

## 1 4.11 RECURSOS Y RIESGOS GEOLÓGICOS

2 Esta sección describe las características fisiográficas y geológicas, fallas, sismicidad,  
 3 así como otras consideraciones y recursos existentes en la vecindad del Puerto de  
 4 Aguas Profundas (DWP) para Gas Natural Licuado (LNG) de Cabrillo (“Cabrillo Port”),  
 5 incluyendo los ductos asociados costa afuera y costa adentro (denominado “el  
 6 Proyecto”). Así mismo, en esta Sección se tratan las preocupaciones surgidas durante  
 7 el período de definición del alcance del borrador de la Declaración de Impacto  
 8 Ambiental (EIS) / Reporte de Impacto Ambiental (EIR) elaborado en octubre de 2004  
 9 con respecto al impacto del Proyecto sobre la erosión del litoral; el riesgo de ocurrencia  
 10 de tsunamis en el área del proyecto; el efecto de licuefacción sobre los ductos; la  
 11 identificación de todas las fallas conocidas; y la actividad sísmica, incluyendo un evento  
 12 sísmico extremo y provisiones de respuestas, por ejemplo en caso de un derrame. Se  
 13 identifican las potenciales formas en las cuales los peligros geológicos pueden afectar  
 14 el Proyecto, así como los potenciales impactos del Proyecto sobre los recursos  
 15 geológicos. Por último, se evalúan las implicaciones geológicas de las alternativas  
 16 propuestas.

17 En la Sección 4.10 “Energía y Recursos Minerales”, se presenta una discusión sobre  
 18 los recursos minerales y los impactos asociados a los mismos. Por otra parte, la  
 19 Sección 4.18 “Recursos Hídricos y Sedimentos” presenta descripciones adicionales de  
 20 los impactos ambientales de la erosión y los sedimentos, p.ej., turbidez, y otras  
 21 medidas de mitigación recomendadas.

### 22 Reporte con los Comentarios de la USGS

23 El Representante de los Estados Unidos, Lois Capps (23<sup>er</sup> Distrito de California),  
 24 solicitó que la Prospección Geológica de los Estados Unidos (USGS) proporcionara  
 25 recomendaciones sobre los riesgos geológicos que deberían ser considerados en la  
 26 revisión de las instalaciones de LNG costa afuera del Condado de Ventura. La USGS  
 27 respondió con un breve reporte, el cual se incluye en este documento (Apéndice J1). La  
 28 siguiente discusión identifica cada una de las secciones del reporte de la USGS e  
 29 indica donde se trata o incorpora cada tema dentro de la Sección 4.11.1 “Marco  
 30 Ambiental y Riesgos Ambientales.”

31 **Historia Regional de Terremotos.** La historia de los terremotos en el área se describe  
 32 en la Sección 4.11.1.2 “Fallas y Sismicidad” más adelante en esta sección. Las fallas  
 33 activas y terremotos asociados se identifican en la Tabla 4.11-1 (pagina 4.11-21), y los  
 34 terremotos históricos cercanos con magnitud mayor a 5.5 que son mencionados en  
 35 esta sección se identifican en la Tabla 4.11-2 (pagina 4.11-22) y en la Figura 4.11-7  
 36 (pagina 4.11-19) como los terremotos #1, 10, 11, 12, 14, 21, y 23. Las magnitudes de  
 37 los terremotos en la Tabla 4.11-2 son frecuentemente mayores que las citadas en los  
 38 reportes de la USGS debido a que fuentes múltiples fueron usadas para la elaboración  
 39 de la tabla y la magnitud más alta fue la incluida.

40 **Localización de Fallas Activas Cercanas y Riesgos de Ruptura de Suelo.** Las fallas  
 41 activas, incluyendo el potencial de un terremoto con magnitud (M) 7.5 de la Falla

1 Anacapa/Dume se describe en la Sección 4.11.1.2 “Fallas y Sismicidad.” La ruptura de  
 2 suelo se discute en la Sección 4.11.1.3, “Ruptura de Fallas,” y bajo el Impacto GEO-3 y  
 3 las medidas de mitigación asociadas.

4 **Riesgos por Temblores.** Los riesgos por temblores causados por terremotos se  
 5 discuten en la Sección 4.11.1.4 “Temblores en Tierra,” y bajo el Impacto GEO-4 y las  
 6 medidas de mitigación asociadas.

7 **Otros Riesgos Asociados a Terremotos – Movimientos en Masa.** Esta sección del  
 8 reporte describe la estabilidad de la ingeniería de cimientos, fallas del terreno,  
 9 licuefacción, deslizamientos submarinos, corrientes de turbidez, y flujos de desechos.  
 10 Estos se discuten en la Sección 4.11.1.5, “Movimientos en Masa,” y bajo el Impacto  
 11 GEO-5 y las medidas de mitigación asociadas. La licuefacción se trata en la Sección  
 12 4.11.1.6. Los deslizamientos submarinos históricos citados en el documento no se  
 13 localizaron cerca al Proyecto, pero los riesgos serían similares a aquellos relacionados  
 14 con las corrientes de turbidez en las pendientes moderadamente suaves del área del  
 15 Proyecto.

16 **Tsunamis.** Los tsunamis se discuten en la Sección 4.11.1.8, “Maremotos o  
 17 tsunamis/seiches” y bajo Impacto GEO-6.

18 **Estudios Adicionales.** La USGS recomienda varios estudios adicionales. Sin  
 19 embargo, tal como se discute en la Sección 4.11.1.10, “Reportes Geotécnicos  
 20 Adicionales,” un número de estudios han sido completados, y las agencias líderes ya  
 21 han determinado que estudios geotécnicos adicionales que sean específicos al sitio  
 22 serían requeridos previo al diseño final del Proyecto.

### 23 **4.11.1 Marco Ambiental y Riesgos Ambientales**

24 Esta Sección se describe la fisiografía, geología, y los peligros geológicos existentes en  
 25 la vecindad del sitio del Proyecto. El Proyecto y sus alternativas se sitúan tanto en la  
 26 parte costa adentro como costa afuera de la Provincia Fisiográfica de Serranías  
 27 Transversales y en la Provincia Fisiográfica Peninsular del estado de California. Las  
 28 Serranías Transversales están caracterizadas por un sistema de orientación  
 29 predominante este-oeste de fallas, plegamientos y cordilleras montañosas. Las  
 30 Serranías Peninsulares están caracterizadas por una orientación noroeste y cordilleras  
 31 montañosas separadas por cuencas y fallas.

32 El Proyecto propuesto se sitúa dentro de las cuencas de Ventura y de Santa Mónica.  
 33 La cuenca de Ventura está limitada en los extremos norte y sur por las principales fallas  
 34 regionales. La Falla de Santa Ynez se encuentra en el límite estructural del norte  
 35 mientras que el Sistema de Fallas de Santa Mónica forma el límite estructural al sur. El  
 36 Proyecto entra a tierra firme en la Playa de Ormond, una playa relativamente ancha,  
 37 típicas de la línea costera del Condado de Ventura, cuyo litoral es relativamente plano y  
 38 presenta pendientes de orientación suroeste de 0.13 a 1.3 por ciento.

39 El Proyecto costa afuera, ubicado en la región noreste del canal de Santa Bárbara, se  
 40 encuentra en la Plataforma Continental de Hueneme-Mugu (la extensión costa afuera

1 de la Planicie de Oxnard), el Talud de Hueneme-Mugu y la Cuenca de Santa Mónica  
2 (Figura 4.11-1).

3 La Plataforma Continental de Hueneme-Mugu tiene un ancho variable desde menos de  
4 0.9 millas náuticas (NM) (1 milla o 1.6 kilómetros [km]), al oeste del cañón submarino  
5 de Mugu, hasta cerca de 3.5 NM (4 millas o 6.5 kilómetros) al este del cañón  
6 submarino de Hueneme. Las pendientes en la plataforma continental son moderadas,  
7 menos de 0.5 a valores levemente superiores a 1 grado, y generalmente orientadas al  
8 suroeste (Figura 4.11-1).

9 La plataforma continental de Hueneme-Mugu está dividida por una serie de cañones  
10 submarinos, ubicados entre los cañones de Hueneme y Mugu. Estos cañones y las  
11 pendientes que intervienen el talud continental de Hueneme-Mugu. La ruta del ducto se  
12 ha planeado para seguir las pendientes más moderadas a lo largo de lomas situadas  
13 entre los cañones más escarpados. Los rangos de pendientes en las lomas que se  
14 encuentran a lo largo de la ruta propuesta se extienden de 2.5 a 6 grados. Las  
15 pendientes laterales en los valles de cualquier lado de la ruta propuesta del ducto son  
16 perceptiblemente más escarpadas. Adyacente a la pendiente de loma, las pendientes  
17 laterales de los valles son de 15 a 20 grados (Figura 4.11-1). A excepción de los  
18 cañones de Hueneme y Mugu, que cortan en la plataforma continental cerca del litoral,  
19 la transición entre la plataforma de Hueneme-Mugu y el talud continental de Hueneme-  
20 Mugu ocurre generalmente a una profundidad de aproximadamente 180 a 200 pies (55  
21 a 61 m).

22 La base de los cañones se abre al sur en la cuenca de Santa Mónica, donde la  
23 continua acumulación de sedimentos de los cañones forma el abanico de Hueneme. La  
24 pendiente del abanico de Hueneme en la vecindad del Proyecto se extiende desde los  
25 3 grados cerca de la marca de milla (MP) 12 a menos de 1 grado cerca de la  
26 localización de la unidad flotante de almacenamiento y regasificación del Proyecto  
27 (FSRU) (Figura 4.11-2).

28 Costa adentro, el Proyecto se ubica en el margen costero de la Planicie de Oxnard, la  
29 cual ocupa la región suroeste de la antigua y enterrada Cuenca de Ventura. La  
30 Planicie de Oxnard es extensa y relativamente plana, con una pendiente orientada al  
31 suroeste (de aproximadamente 0.2 a 0.3 por ciento) que se eleva desde el nivel de mar  
32 a una altura de aproximadamente 150 pies (45.7 metros [m]) cerca de la Montaña del  
33 Sur. La Línea 225 del Ducto Periférico y su alternativa están situadas cerca del límite  
34 este de la Cuenca de Ventura en un valle tributario (el valle de Santa Clarita), el cual es  
35 drenado por el Río Santa Clara. Desde la marca de millas [MP] 0.0 a la 2.0 el ducto  
36 periférico atraviesa un terreno relativamente rugoso, mientras que la parte restante del  
37 ducto se encuentra en un suelo de valle relativamente plano.

#### 38 **4.11.1.1 Litología**

39 Los depósitos fluviales, deltaicos y de lagunas que no son de origen marino, y aquellos  
40 de tipo marino cercanos a la costa asociados al delta prehistórico del río Santa Clara y  
41 el Arroyo de Calleguas forman la superficie y los depósitos próximos a la superficie de

1 las de la Planicie de Oxnard y las áreas de la plataforma costa afuera (Entrix 2003). Se  
2 espera encontrar sólo depósitos superficiales en el área del Proyecto, debido a que las  
3 instalaciones sólo estarán localizadas sobre el fondo marino, la superficie, o una capa  
4 subterránea poco profunda. Los depósitos del Mioceno y aquellos más recientes se  
5 describen a continuación:

#### 6 *Rocas del Mioceno*

7 Las rocas del Mioceno contienen de rocas sedimentarias e ígneas. Las rocas  
8 sedimentarias del Mioceno se han dividido en estratos sedimentarios más bajos,  
9 medios, y superiores. Los estratos bajos constan de dos unidades de formación: (1)  
10 piedras areniscas marinas más bajas con pocos conglomerados, limolitas, y esquistos  
11 de barro de la Formación de Vaqueros; y (2) pizarras superiores, esquistos de barro,  
12 limolitas, y piedras areniscas subordinadas de los Esquistos de Rincón. Los estratos  
13 medios del Mioceno constan de esquistos laminados silíceos, diatomáceos, tobáceos,  
14 fosfáticos, o bituminosos y están asociados con formas subordinadas de piedras  
15 areniscas, limolitas, horstenos, dolomitas, calizas, y bentonitas. Los estratos superiores  
16 del Miocene constan de esquistos de barro, pizarras, limolitas, y piedra arenisca de tipo  
17 diatomáceas pertenecientes a la Formación de Sisquoc. Los estratos superiores del  
18 Miocene en la cuenca de Ventura o aquellos de edad equivalente se conocen como la  
19 Formación de Santa Margarita o de Modelo. También se presentan secuencias  
20 extrusivas e intrusivas de rocas volcánicas basálticas, andesíticas y riolíticas  
21 pertenecientes al Mioceno Bajo o Medio.

#### 22 *Rocas del Plioceno*

23 Las rocas sedimentarias del plioceno consisten de piedra arenisca, limolitas, esquistos  
24 de barro, y conglomerados interestratificados de las Formaciones de Repetto y de Pico  
25 (cada una litológicamente indistinta de la otra). Estas rocas, extremadamente gruesas a  
26 lo largo del eje de la Cuenca de Ventura, han sido fuentes de producción primaria de  
27 petróleo dentro de la Cuenca.

#### 28 *Depósitos del Pleistoceno*

29 Los depósitos sedimentarios del Pleistoceno en el área Cuenca de Ventura-Canal de  
30 Santa Bárbara constan de la Formación de Santa Bárbara (parte Pliocena en edad), la  
31 Formación del San Pedro (Pleistoceno bajo), y estratos sin nombre pertenecientes a la  
32 era del Pleistoceno superior. La Formación de Santa Bárbara se compone de esquistos  
33 de barro, limonitas, piedra arenisca, y conglomerados interestratificados de origen  
34 marino y no marino. La Formación del San Pedro ubicada en la Planicie de Oxnard  
35 consta de materiales interestratificados de tipo marino y no marino tales como  
36 esquistos de barro, piedra arenisca, limolitas y conglomerados. Las caras de grano  
37 grueso de esta Formación cerca del tope y el fondo de la unidad han creado los  
38 acuíferos de los Cañón Hueneme y Fox en el área Ventura-Oxnard. Los depósitos sin

- 1 Insertar (1 de 2)
- 2 **Figura 4.11-1 Mapa batimétrico del área del proyecto**

- 1 Insertar (2 de 2)
- 2 **Figura 4.11-1 Mapa batimétrico del área del proyecto**
- 3

- 1 Insertar (1 de 2)
- 2 **Figura 4.11-2 Gradientes del lecho marino en área del proyecto**

- 1 Insertar (2 de 2)
- 2 **Figura 4.11-2 Gradientes del lecho marino en área del proyecto**
- 3
- 4

1 nombre pertenecientes al Pleistoceno superior en el área de la Planicie de Oxnard  
2 constan de materiales marinos y no marinos tales como arena, grava, arcillas y  
3 aluviones, los cuales recubren los depósitos del Holoceno de la Formación de San  
4 Pedro bajo condiciones no uniformes.

5 Los sedimentos del Holoceno no consolidados y pobremente consolidados cubren la  
6 Planicie de Oxnard y la mayor parte de las plataformas de Hueneme-Mugu y Oxnard.  
7 Estos depósitos constan de arena, grava, limo, arcillas y esquistos de barro con  
8 concentraciones locales de cantos rodados y peñones, lentes de material carbonáceo,  
9 turba y residuos de conchas marinas. En las plataformas de Oxnard y Hueneme-Mugu,  
10 los depósitos del Holoceno se cambian gradualmente desde arena en la zona cercana  
11 a la costa hasta limo y arcilla en la plataforma externa o talud (Figura 4.11-3). El mapa  
12 geológico del Ducto de Center Road y sus alternativas muestra que las instalaciones se  
13 ubicarán sobre aluviones cuaternarios y depósitos de terrazas no marinos (Figura  
14 4.11-4). El mapa geológico realizado para la ruta de la Línea 225 del Ducto Periférico  
15 muestra que el ducto se ubicará también sobre aluviones cuaternarios y depósitos de  
16 terraza no marinos, excepto por las últimas 0.5 millas (0.8 km), las cuales se  
17 encontrarán sobre rocas no marinas del Plio-Pleistoceno (Figura 4.11-5). Desde el  
18 litoral hasta la MP 5 aproximadamente, los ductos del Proyecto costa afuera estarían  
19 sobre una plataforma continental poco profunda.

20 Desde la MP 5 hasta la MP 8.1, el ducto del Proyecto estaría localizado sobre una  
21 amplia serranía o en el dique de protección ubicado en el tope del Talud de Hueneme-  
22 Mugu (Figuras 4.11-2 y 4.11-6) (Fugro West 2004a). Como tal, se espera que el ducto  
23 del Proyecto descansa sobre una capa delgada (quizás de un espesor menor a los 3  
24 pies [0.9 m]) del lodo del Holoceno que cubre directamente la zona de Pleistoceno bajo  
25 perteneciente a la Formación de San Pedro, la cual consiste de arcillas marinas y  
26 terrestres, arena, limo, y pequeñas cantidades de conglomerados.

27 Costa afuera, el Proyecto está ubicado dentro de una parte de la Cuenca de Santa  
28 Mónica que se encuentra subyacente a los depósitos del Abanico de Hueneme (MP 0 a  
29 14). Estos depósitos reflejan ampliamente la acumulación continua de sedimentos  
30 transportados por corrientes de turbidez desde la Plataforma de Hueneme-Mugu y a  
31 través de los cañones Hueneme y Mugu. De acuerdo con datos de reflexión sísmica,  
32 esta parte de la cuenca presenta en su base depósitos de abanicos del Holoceno y  
33 Pleistoceno, y materiales interestratificados de origen marino y no marino del  
34 Pleistoceno tales como esquistos de barro, limonitas y areniscas; los cuales están  
35 asociados con las Formaciones de Santa Bárbara y San Pedro, así como otros estratos  
36 del Plioceno y Mioceno (Entrix 2003). Según muestras de sedimentos del fondo marino  
37 recolectadas a lo largo del área del Proyecto, los sedimentos del Holoceno constan  
38 principalmente de limo y arcilla.

39 En el área donde el ducto propuesto entra a tierra firme, la construcción se realizaría  
40 utilizando barrenado direccional horizontal (HDB). Aquí, las formaciones están  
41 compuestas principalmente de arena y son adecuadas para la implementación del  
42 método HDB (Fugro West 2005a, 2005b). Ver el Capítulo 2, "Descripción de la Acción  
43 Propuesta," para encontrar información adicional sobre el uso del HDB en el Proyecto.

1 En la ubicación planteada para el área de anclado y amarres, el abanico inferior es casi  
2 plano (con gradientes menores a 0,15 grados) y se fusiona con la superficie uniforme y  
3 de pocos rasgos paisajísticos de la Cuenca de Santa Mónica.

#### 4 **4.11.1.2 Fallas y Sismicidad**

5 El sur de California se considera un área alta actividad sísmica. El estado de California  
6 considera un segmento de falla es históricamente activo si éste ha generado  
7 terremotos acompañados de una ruptura de la superficie durante el tiempo histórico, es  
8 decir, aproximadamente en los últimos 200 años. Una falla se define como activa si  
9 ésta muestra evidencia de movimiento dentro de la era del Holoceno  
10 (aproximadamente los últimos 11,000 años). Un segmento de falla se considera  
11 potencialmente activa si existe evidencia de desplazamiento durante el período  
12 cuaternario, o aproximadamente durante los últimos 2 millones de años (Hart y Bryant,  
13 1997).

14 Un informe de la Comisión de Tierras del Estado de California (CSLC) y del Servicio de  
15 Manejo de Minerales (MMS) documenta el riesgo sísmico costa afuera en el canal de  
16 Santa Bárbara (Foxall et al. 1995; Foxall et al. 1996).

17 Se completó un estudio de peligro sísmico fuera de costa que incluyó cierto modelaje  
18 técnico (Fugro West 2004b, 2004c; Honneger 2004). La información de estos informes  
19 se ha incorporado en este documento.

20 Algunas de las fallas activas o potencialmente activas próximas al Proyecto incluyen la  
21 Falla de la Costa de Malibu, Falla de Anacapa/Dume, Falla de Holster, Falla de Pitas  
22 Point-Ventura, Falla de Oak Ridge, Falla de Simi-Santa Rosa, Falla de San Gabriel y la  
23 Falla de la Isla de Santa Cruz. Otras fallas pequeñas que están activas o que son  
24 potencialmente activas y que se encuentran próximas al Proyecto incluyen la Falla  
25 Wright Road que podría ser cruzada por la ruta Center Road, Falla Ventura, Falla  
26 Verdugo, Falla Santa Ynez, Falla Springfield y la Falla San Cayetano.

27 El mapa de la geología visto en la Figura 4.11-6 muestra los ductos costa afuera del  
28 Proyecto, los cuales cruzan posiblemente la Falla de Anacapa/Dume en la marca de  
29 milla MP 11.5. Los ductos también cruzarían probablemente la Falla de la Costa de  
30 Malibu en la MP 9.5. Estas fallas parecen estar relacionadas con la Falla de la Isla de  
31 Santa Cruz. Un informe reciente de la Prospección Geológica de los Estados Unidos  
32 (USGS) indica que los ductos que se conectan desde el Cabrillo Port podrán cruzar un  
33 importante sistema de fallas este-oeste que incluye la Falla de la Isla de Santa Cruz, la  
34 Falla Anacapa-Dume, y la Falla de la Costa de Malibu. La Falla de Anacapa-Dume  
35 tiene el potencial de producir los terremotos más severos en la región, con una  
36 magnitud (M) de hasta 7.5 (USGS, 2004). La Falla de Bailey (aproximadamente a 1  
37 millas [1.6 km] al este de la MP 5) parece ser inactiva y se extiende en tierra firme  
38 desde el área de la laguna Mugu. Otra falla que se ubica a lo largo del eje del Cañón  
39 Hueneme (aproximadamente 3 millas [4.8 km] al oeste de la MP 2) y se orienta en  
40 dirección noroeste-sureste por unas 3 millas, parece estar inactiva y desplaza estratos  
41 no más jóvenes que aquellos pertenecientes a la era del Mioceno. No se conoce

- 1 (Insert 1 de 2)
- 2 **Figura 4.11-3 Geología superficial del área costa afuera del Proyecto**

1 (Insert 2 de 2)

2 **Figura 4.11-3 Geología superficial del área costa afuera del Proyecto**

3

- 1 Insert (1 de 2)
- 2 **Figura 4.11-4 Geología del Condado de Ventura**

1

2 Insertar (2 de 2)

3 Figura 4.11-4 Geología del Condado de Ventura

4

- 1 Insert (1 de 2)
- 2 **Figura 4.11-5 Geología del Condado de Los Ángeles**

- 1
- 2 Insert (2 de 2)
- 3 Figura 4.11-5 Geología del Condado de Los Ángeles

- 1 Insert (1 de 2)
- 2 **Figura 4.11-6 Mapa de geología local costa afuera**

- 1 Insert (2 de 2)
- 2 Figura 4.11-6 Mapa de geología local costa afuera
- 3

1 evidencia superficial de estas fallas, ni tampoco se ha atribuido a ella ningún terremoto  
2 registrado hasta la fecha. La Tabla 4.11-7 muestra los epicentros de terremotos con  
3 una magnitud mayor de 5 que han ocurrido en el área del Proyecto durante los últimos  
4 200 años.

5 La Tabla 4.11-1 lista las fallas activas y potencialmente activas conocidas dentro de las  
6 25 millas (40.2 km) del Proyecto, mientras que la Tabla 4.11-2 presenta los terremotos  
7 con una magnitud mayor a 5.5 con epicentros ubicados dentro de las 25 millas (40.2  
8 km) del sitio del Proyecto, y sus fallas asociadas (Real et al. 1978; Topozada et al.  
9 2000; Yerkes 1985). Con el fin de incluir el terremoto más fuerte registrado en la Falla  
10 de San Andrés cerca al área del Proyecto, también se muestran los terremotos de gran  
11 magnitud que han ocurrido dentro de un área de aproximadamente 80 millas (129 km).  
12 Estas tablas y las Figuras 4.11-6 y 4.11-7 muestran también todos los terremotos  
13 cercanos y fallas mencionadas que cruzan los ductos del Proyecto y que fueron  
14 identificadas por la USGS en un estudio realizado en 2004 específicamente para este  
15 Proyecto (ver Apéndice J1). El estudio de la USGS incluye las fallas en la base de  
16 datos de los Mapas Nacionales de Riesgo Sísmico (National Seismic Hazard Maps), los  
17 cuales forman la base para las provisiones sísmicas en el Código Internacional de  
18 Construcción (International Building Code). Para ser incluidas en los Mapas Nacionales  
19 de Riesgo Sísmico, las fallas deben mostrar evidencia de deslizamiento durante los  
20 últimos 1.6 millones de años así como también un deslizamiento establecido o una  
21 historia de terremotos pasados (USGS 2004).

22 Debido a la frecuencia de terremotos en la región del Proyecto, debe esperarse que  
23 durante la vida diseñada del Proyecto, podría ocurrir un terremoto. La USGS ha  
24 estimado una probabilidad de cerca de 35 por ciento para un terremoto con una  
25 magnitud (M) mayor o igual a 6.5, a 30 millas (48.3 kilómetros) de las instalaciones  
26 flotantes de LNG costa afuera en los próximos 30 años. Esta probabilidad aumenta a  
27 cerca de 60 por ciento en algunos sitios del ducto costa adentro (USGS 2004). Así  
28 mismo, debido al potencial de producir un gran terremoto ( $M > 8.0$ ), que podría resultar  
29 en grandes movimientos de tierra de periodo largo en el sitio del proyecto, la Falla de  
30 San Andrés también se considera significativa. La Falla de San Andrés se ubica a unas  
31 20 millas (32 kilómetros) del segmento de la Línea 225 del Ducto Periférico, y a cerca  
32 de 50 millas (80.5 kilómetros) del sitio donde el ducto del Proyecto entra en tierra firme.

33 Puesto que durante la vida del Proyecto pueden esperarse terremotos periódicos  
34 acompañados por ruptura superficial, los efectos del movimiento del suelo,  
35 movimientos en masa, y la ruptura de fallas son de principal preocupación para la  
36 seguridad de las operaciones del ducto propuesto y de las instalaciones asociadas.

**Table 4.11-1 Active and Potentially Active Faults and Associated Earthquakes Greater than 4.5 Magnitude within 25 Miles of the Project Site**

<b>Date</b>	<b>Name of Associated Fault or Zone</b>	<b>Richter Scale Magnitude</b>	<b>Epicenter from Project</b>
01/10/1857	San Andreas Fault	5.6	23 miles (37 km) NNW from Line 225 Pipeline Loop
04/04/1893	Santa Susana Thrust Zone/Simi	5.5	15 miles (24.1 km) S from Line 225 Pipeline Loop
05/19/1893	Unidentified	5.8	18 miles (29 km) WSW from Center Road Pipeline route
12/14/1912	Offshore fault	5.0	15 miles (24.1 km) SSE from Center Road Pipeline route
02/18/1926	Oak Ridge Fault	5.5	20 miles (32.2 km) NW from Center Road Pipeline route
08/05/1930	Anacapa/Dume Fault	5.2	18 miles (29 km) WNW from Center Road Pipeline route
07/01/1941	Pitas-Point Ventura Fault	5.9	22 miles (35.4 km) WNW from Center Road Pipeline route Alternative 2
08/23/1952	San Andreas Fault	5.0	21 miles (33.8 km) ENE from Line 225 Pipeline Loop
02/09/1971	San Fernando Fault	6.6	6 miles (9.7 km) E from Line 225 Pipeline Loop
02/21/1973	Anacapa/Dume Fault	5.3	11 miles (17.7 km) SSW from Center Road Pipeline route
02/21/1973	Malibu Coast Fault	5.9	9 miles (14.5 km) SSE from Center Road Pipeline route
08/06/1973	Anacapa/Dume Fault	5.0	22 miles (35.4 km) WSW from Center Road Pipeline route
09/04/1981	Santa Cruz-Catalina Escarpment	5.9	14 miles (18 km) S of FPSU
01/17/1994	Northridge Fault	6.7	12 miles (19.3 km) S from Line 225 Pipeline Loop
01/17/1994	Northridge (aftershocks)	6.2	22 miles (35.4 km) ESE from Center Road Pipeline route

Sources: Real et al.1978; Topozada et al. 2000; Yerkes 1985. If magnitudes did not agree, the highest was used.

- 1 Insert (1 of 2)
- 2 **Figure 4.11-7 Geological Faults and Earthquake Epicenters in the Project Area, 1800 to 1999**

- 1 Insert (2 of 2)
- 2 Figure 4.11-7 Geological Faults and Earthquake Epicenters in the Project Area, 1800 to
- 3 1999
- 4

**Table 4.11-2 Recorded Earthquakes Greater than 5.5 Magnitude within 25 Miles (40 km) of the Project or Large Quakes within ~80 Miles (129 km), 1800 to 1999**

Map No. <sup>a</sup>	Date	Estimated Magnitude <sup>b</sup>	Quake Name and/or Fault Name	Distance and Direction from Project to Epicenter
1	01/09/1857	7.9	Ft. Tejon/San Andreas Fault	~80 miles (129 km) WNW of Center Rd. and 225 Pipeline Loop (Surface rupture 23 miles (37 km) from Line 225 Pipeline Loop)
2	07/21/1952	7.3	Kern Co. quake, White Wolf Fault	~45 miles (72.4 km) NW of Line 225 Pipeline Loop
3	01/10/1857	5.6	San Andreas Fault	~20 miles (32.2 km) NW of 225 Pipeline Loop
4	09/05/1883	6.3	San Andreas Fault	~40 miles (64.4 km) WNW of Line 225 Pipeline Loop
5	01/01/1821	6.3	Unknown	~45 miles (72.4 km) WNW of Center Rd. Line
6	06/29/1926	5.5	Unknown	~28 miles (45.1 km) from Center Rd. route
7	02/09/1971	6.6	Sylmar Quake, San Fernando Fault	~7 miles (11.3 km) NE of Line 225 Pipeline Loop
8	02/09/1971	5.8	Sylmar aftershock	~7 miles (11.3 km) NE of Line 225 Pipeline Loop
9	02/09/1971	5.8	Sylmar aftershock	~7 miles (11.3 km) NE of Line 225 Pipeline Loop
10	08/13/1978	6.0	Santa Barbara	~33 miles (53.1 km) WNW of Center Rd. route
11	07/01/1941	5.9	Pitas-Point Ventura fault	~25 miles (40.2 km) WNW from Center Rd. route
12	12/08/1812	7.5	San Andreas Fault	~50 miles (80.5 km) E of Line 225 Pipeline Loop
13	01/17/1994	6.0	Northridge aftershock	~10 miles (16.1 km) SW of Line 225 Pipeline Loop
14	06/29/1925	6.8	Santa Barbara Channel	~38 miles (61.1 km) W of landfall
15	02/18/1926	5.5	Oak Ridge Fault	~20 miles (32.2 km) W of Center Rd.
16	04/04/1893	5.8	Santa Suzana Thrust Zone-Simi	~5 miles (8 km) S of Line 225 Pipeline Loop
17	01/17/1994	6.2	Northridge aftershock	~7 miles (11.3 km) SE of Line 225 Pipeline Loop
18	01/17/1994	6.7	Northridge Quake and Fault	~12 miles (19.3 km) S of Line 225 Pipeline Loop
19	12/21/1812	7.1	Santa Barbara Channel	~36 miles (57.9 km) W of offshore pipelines
20	05/19/1893	5.8	Unknown	~12 miles (19.3 km) W of offshore pipelines

**Table 4.11-2 Recorded Earthquakes Greater than 5.5 Magnitude within 25 Miles (40 km) of the Project or Large Quakes within ~80 Miles (129 km), 1800 to 1999**

Map No. <sup>a</sup>	Date	Estimated Magnitude <sup>b</sup>	Quake Name and/or Fault Name	Distance and Direction from Project to Epicenter
21	02/21/1973	5.9	Pt. Mugu, Malibu Coast Fault	~9 miles (14.5 km) E of landfall
22	09/24/1827	6.0	Anacapa/Dume Fault	~8 miles (12.9 km) E of offshore pipelines
23	03/11/1933	6.4	Long Beach	~60 miles (96.5 km) E of FPSU
24	03/11/1933	5.5	Long Beach aftershock	~60 miles (96.5 km) E of FPSU
25	09/04/1981	5.9	Santa Cruz-Catalina Escarpment	~14 miles (22.5 km) S of FPSU
26	07/11/1855	6.0	Unknown	~30 miles (48.3 km) ESE of Line 225 Pipeline Loop
27	10/01/1987	6.0	Unnamed	~33 miles (53.1 km) ESE of Line 225 Pipeline Loop

Source: Topozada et al. 2000.

Notes: All nearby recorded quakes greater than magnitude 5.5 are listed.

<sup>a</sup>Refers to location on Figure 4.11-7.

<sup>b</sup>The Caltech Seismological Laboratory was established in 1932. The location and magnitude of earthquakes prior to 1932 are estimates only.

### 1 4.11.1.3 Ruptura de Fallas

2 El desplazamiento superficial del suelo, o ruptura, causada por un terremoto es una  
3 consideración importante en el diseño de los cruces de ductos a través de fallas  
4 activas. El estado de California ha elaborado mapas de fallas conocidas en áreas  
5 inhabitadas, como de la Ley de Zonificación de la Falla Geológica de Alquist-Priolo. Las  
6 fallas conocidas que extienden hacia o cerca de la superficie terrestre en las áreas del  
7 Proyecto y sus alternativas costa adentro están relativamente bien definidas. Las  
8 alternativas del Ducto de Center Road y de las rutas de la Línea 225 del Ducto  
9 Periférico cruzan fallas activas o potencialmente activas conocidas, las cuales son  
10 capaces de generar una ruptura superficial, por lo que, la ruptura de fallas es una  
11 preocupación directa del Proyecto. El Ducto de Center Road y todas sus alternativas  
12 cruzan la zona de fallas de Alquist-Priolo (la Falla Wright Wing) entre el MP 12.1  
13 y el MP 13.5, aproximadamente. La Falla Wright Wing ha sido trazada en mapa como  
14 una pequeña falla de 2.8 millas (4.8 km) de largo (William Lettis & Associates 2005).

15 La falla activa del San Gabriel, o una falla asociada, yace muy cerca de la Línea 225  
16 del Ducto Periférico (Figura 4.11-5). Sin embargo, los mapas más detallados de la zona  
17 de fallas de Alquist-Priolo no muestran que el ducto cruce la falla, sino que lo muestan  
18 cruzando a aproximadamente 0.5 millas (0.8 kilómetro) de la Falla San Gabriel. Una  
19 investigación geotécnica reciente muestra la Falla de San Gabriel a unas 0.3 millas  
20 (0.48 km) de la ruta propuesta para el ducto (William Lettis & Associates 2005). Este  
21 nuevo reporte geotécnico también señala que la ruta del ducto cruza la proyección este  
22 de la pequeña y potencialmente activa Falla Holster. La Falla Holster está localizada sin

1 mucha precisión pero no existe evidencia aparente de alguna ruptura superficial de falla  
2 a lo largo de las rutas del ducto, por lo que el desplazamiento horizontal del terreno  
3 debido a fallas probablemente no será un riesgo significativo para los ductos  
4 propuestos (William Lettis & Associates 2005). La Falla Holster se encuentra en los  
5 registros de subsuelo de los pozos petroleros del área.

6 Costa afuera, no existe evidencia de alguna ruptura de falla reciente a lo largo de las  
7 rutas del ducto, pero algunas fallas podrían considerarse potencialmente activas y los  
8 ductos probablemente cruzarían algunas fallas enterradas. Un informe reciente indica  
9 la actividad más grande que entendió previamente (Fisher 2005). Por ejemplo, la ruta  
10 costa afuera del Proyecto cruza la Falla de Dume aproximadamente en el MP 10.5 y la  
11 Falla de la Costa de Malibu aproximadamente en el MP 9.5 (Fisher 2005).

#### 12 **4.11.1.4 Temblores en tierra**

13 El temblor o sismo es el efecto del terremoto que produce daños más severos y  
14 extensos a las estructuras construidas por el hombre y a las que yacen en la superficie.  
15 Sin embargo, los temblores en tierra no son un riesgo significativo para los ductos  
16 modernos de gas enterrados. Se llevó a cabo un estudio del funcionamiento en caso de  
17 terremotos de los ductos de acero utilizados para transporte y suministro de gas por  
18 parte de la Compañía de Gas del Sur de California (SoCalGas) durante un período de  
19 61 años (1933 a 1994). En este estudio se encontró que los ductos de transporte  
20 soldados con arco después de 1945, y que constan de una buena reparación, nunca  
21 han experimentado una rotura o un escape durante un terremoto en el Sur de California  
22 (O'Rourke y Palmer 1996).

23 El sacudimiento fuerte de la tierra producto de un terremoto puede dar lugar a  
24 deslizamientos y a flujos de turbidez, cambios en el suelo, daño estructural, y  
25 licuefacción. Un sismo fuerte puede también generar otros peligros tales como  
26 incendios; interrupción de instalaciones y sistemas esenciales, p.ej., agua,  
27 alcantarillado, gas, electricidad, transporte, comunicaciones, sistemas de irrigación y  
28 drenaje; fugas o derrames de materiales peligrosos; o inundaciones como resultado de  
29 la ruptura de una presa o de un tanque de agua.

30 Un informe interno del Departamento de Transporte de California (CalTrans) presentó  
31 una estimación de la aceleración horizontal máxima que se podría producir en sitios de  
32 suelo rocoso o endurecido luego de un terremoto de intensidad real máxima, a lo largo  
33 de fallas activas importantes. El informe indica que los sitios del Proyecto y sus  
34 alternativas están situados en un área con el potencial de generar una aceleración  
35 máxima del suelo (Pga) entre 0.5 y 0.7 veces la aceleración gravitacional (Entrix 2004).

36 La Prospección Geológica de California (CGS) ha realizado cálculos para estimar el  
37 Pga como fracción de la aceleración debido a la gravedad (g). De esta forma, las  
38 estructuras pueden ser diseñadas para soportar estos movimientos vibratorios del  
39 suelo. El Pga se calcula para suelos de roca firme, de roca suave, y de aluviones (que  
40 tiene el movimiento de suelo más alto). CGS indica que el valor calculado de Pga tiene  
41 una probabilidad de 10 por ciento de ser excedido en 50 años. Para verificar el reporte

1 de CalTrans se seleccionaron tres sitios representativos a lo largo de la ruta del  
2 Proyecto para calcular el sacudimiento máximo del suelo estimado, y el Pga calculado  
3 en aluviones varió entre 0.467 y 0.501 g (CGS 2004). Esto se compara favorablemente  
4 con el informe de CalTrans mencionado anteriormente.

#### 5 **4.11.1.5 Movimientos en Masa**

6 Los movimientos en masa del suelo podrían ocasionar daños a los ductos y a otras  
7 instalaciones. Los movimientos en masa incluyen deslizamientos, licuefacción,  
8 hundimiento, migración de arenas, o corrientes de turbidez. Los movimientos  
9 vibratorios de un terremoto podrían causar la pérdida de sedimentos que se encuentran  
10 sobre taludes movedizos. Costa adentro, los mapas de zonas de peligro sísmico  
11 muestran que el Ducto de Center Road y las rutas alternativas se encuentran casi por  
12 completo dentro de áreas que pueden estar sujetas a licuefacción, pero evitan áreas  
13 que están consideradas como de alto potencial para deslizamientos (CGS 2002;  
14 California Division of Mines and Geology [CDMG] 1998b; CDMG 2002). La Línea 225  
15 del Ducto Periférico se encuentra con áreas que presentan potencial de deslizamiento  
16 entre los MP 0 y 3 y sobre las últimas 0.5 millas (0.8 kilómetros); las áreas intermedias  
17 están consideradas como áreas con potencial de licuefacción (CDMG 1998a). Costa  
18 afuera, se seleccionó una ruta que estuviese en áreas con pendientes lo más  
19 moderadas posibles para evitar las zonas activas del cañón (Figuras 4.11-2 y 4.11-6).  
20 Sin embargo, aun cuando sigue existiendo un potencial de deslizamientos y de flujos  
21 de turbidez, éstos son mucho más bajos puesto que estas áreas fueron evitadas.

22 Los flujos o corrientes de turbidez son flujos de desechos que ocurren bajo el agua.  
23 Son típicamente generados por terremotos o por tormentas. Los flujos típicamente  
24 consisten de una mezcla de sedimentos de grano fino capaces de viajar distancias  
25 considerables cuesta abajo debido a la gravedad. El sedimento y la corriente pueden  
26 ejercer fuerzas substanciales sobre una estructura bajo el agua. La Solicitante ha  
27 realizado varios estudios con el fin de investigar el potencial para la generación de  
28 corrientes de turbidez, modelar las fuerzas que pueden ejercer sobre los ductos debido  
29 a las corrientes, y elaborar recomendaciones (Fugro West 2004b, 2004c; Intec 2004b).  
30 Tres sitios a lo largo de la ruta de los ductos costa afuera propuestos, en las MP 9.3,  
31 15.5, y 20.5, han sido identificados en el camino de flujos de turbidez potenciales  
32 (Fugro West 2004c). Incremento específico del espesor de la pared, recubrimiento de  
33 concreto, y estudios finales de diseño fueron recomendados para hacer los ductos más  
34 estables y permitirles soportar las corrientes de turbidez modeladas (Intec 2004b).

35 Podría haber gas natural presente en los sedimentos marinos. La presencia de  
36 burbujas de gas en las porosidades de los sedimentos puede aumentar la presión  
37 porosa y reducir la fuerza de corte en el sedimento, y por tanto aumentar la  
38 probabilidad de movimiento en masa. Bajo ciertas circunstancias, el sedimento que  
39 contiene gas disuelto puede licuarse espontáneamente cuando está sujeto a cargas  
40 cíclicas tales como las causadas por los temblores en tierra. En base a registros  
41 sísmicos de resolución intermedia a alta, no se han identificado filtraciones de gas bajo  
42 el área del Proyecto (Entrix 2003).

#### 1 **4.11.1.6 Licuefacción**

2 La licuefacción es el fenómeno en el cual los sedimentos granulares se saturan  
3 temporalmente y pierden su fuerza de corte durante fuertes temblores de tierra, p.ej.,  
4 aquellos causados por un terremoto. El área considerada como de mayor potencial de  
5 licuefacción a lo largo de la parte costa afuera del Proyecto está la plataforma  
6 continental baja cercana a la orilla. Es en ese sitio se espera encontrar los depósitos  
7 más gruesos de materiales potencialmente licuables (Fugro West 2004a).

8 Como se describe anteriormente, la mayor parte de las secciones costa adentro de los  
9 ductos se encuentran en áreas con potencial de la licuefacción debido a la presencia  
10 de los suelos granulares y bajos niveles freáticos. Sin embargo, la licuefacción no es un  
11 riesgo para los ductos modernos que son diseñados y construidos apropiadamente a  
12 menos que la licuefacción esté acompañada de separación lateral (de lado). Pocas  
13 áreas con potencial de licuefacción en el área del Proyecto están en riesgo de ser  
14 sujeto de separación lateral.

#### 15 **4.11.1.7 Hundimiento y asentamiento**

16 El hundimiento superficial del suelo puede ser inducido por fenómenos naturales y  
17 humanos. Los fenómenos naturales incluyen: hundimiento por deformaciones  
18 tectónicas y asentamientos inducidos sísmicamente; hundimiento del suelo debido a  
19 consolidación, hidrocompactación, o sedimentación rápida; y hundimiento debido a la  
20 oxidación de suelos ricos en materia orgánica. Los hundimientos o asentamientos  
21 relacionados con actividades humanas incluyen aquellos causados por una  
22 disminución de la presión de poro debido a la extracción de agua subterránea o  
23 productos del petróleo y a la desecación de suelos ricos en materia orgánica.

24 Existen dos tipos de asentamiento: compactación y consolidación. La compactación,  
25 como se define en este documento, ocurre en sedimentos secos o húmedos poco  
26 cohesivos, mientras que la consolidación ocurre en sedimentos saturados de agua.  
27 Para ambos tipos de establecimiento, el movimiento vibratorio hace los sedimentos  
28 granulares cambien se reacomoden en un arreglo más denso. El resultado neto es la  
29 reducción del espacio vacío, una reducción correspondiente del grueso total de los  
30 materiales poco cohesivos, y el posible asentamiento de la superficie terrestre. Si el  
31 suelo es seco, el asentamiento (compactación) ocurre simultáneamente con el  
32 movimiento del terremoto. La consolidación es un proceso relativamente más lento que  
33 la compactación, y es una función de la permeabilidad del suelo.

34 El asentamiento diferenciado sísmicamente inducido ocurre por lo general en suelos  
35 sueltos granulares. Los suelos cohesivos o arcillosos y sus sedimentos exhiben poco o  
36 nada de asentamientos resultantes de un temblor. Teóricamente, ocurrirían pocos  
37 daños a una estructura (como el ducto del Proyecto) si el suelo se asienta de manera  
38 uniforme. Un asentamiento totalmente uniforme es raro, y un asentamiento diferenciado  
39 puede causar daños considerables a estructuras diseñadas incorrectamente. Los  
40 resultados de un estudio llevado a cabo por Sprotte y de Johnson en 1976 indican que

1 en el área del Proyecto existe un alto potencial para el asentamiento diferenciado  
2 sísmicamente inducido de sedimentos del Holoceno (Entrix 2004).

3 La causa más común de hundimientos inducidos por actividades humanas es la  
4 extracción de fluidos, tales como petróleo, gas, y agua. El hundimiento ocasionado por  
5 la extracción de agua subterránea es el tipo de hundimiento más común en California  
6 (Ciudad de Oxnard et al. 1980; División de Minas y Geología de California [CDMG],  
7 1973). Un área amplia de la Planicie de Oxnard ha experimentado hundimiento. Esta  
8 área ha sido supervisada por la Prospección Geológica y Costera de los Estados  
9 Unidos desde 1930 y ha experimentado valores de 0.04 a 0.05 pies (0.01 a 0.02 m) de  
10 hundimiento por año (Ciudad de Oxnard et al. 1980). Un punto aislado situado en  
11 Hueneme Road y State Route 1 descendió 1.5 pies (0.5 m) en 21 años. Los registros  
12 desde 1968 muestran una docena de puntos de prueba donde el suelo se ha hundido 1  
13 pie (0.3 m) durante un período de 15 a 20 años. Sin embargo, el hundimiento  
14 continuará probablemente y la tasa y cantidad podría aumentar si la extracción de  
15 fluidos en el área se mantiene en su nivel actual, o se incrementa.

16 No se ha divulgado ningún hundimiento local grande en la Ciudad de Santa Clarita,  
17 cerca de la Línea 225 del Ducto Periférico propuesta, debido a la extracción de agua  
18 subterránea o petróleo (Ciudad de Santa Clarita, 1991). Gran parte de la ciudad está  
19 ubicada sobre sedimentos consolidados poco propensos a hundimiento. El potencial  
20 del hundimiento asociado con retiro de agua subterránea o de petróleo dentro de la  
21 ciudad es bajo (Ciudad de Santa Clarita, 1991).

22 Existe cierto riesgo de un cambio en la elevación como resultado de un movimiento  
23 vertical a lo largo de la Falla del San Gabriel. Aunque esta falla se describe  
24 generalmente como de pulso-deslizamiento, es común que se presenten  
25 levantamientos localizados o *downdropping* a lo largo de este tipo de fallas. Por ende,  
26 es posible tener algunos hundimientos localizados y sísmicamente inducidos en la  
27 vecindad de la Línea 225 del Ducto Periférico (Ciudad de Santa Clarita, 1991). El  
28 movimiento a lo largo de una falla de pulso-deslizamiento es predominantemente  
29 paralelo a la cara de la falla, es decir, movimiento hacia un lado. Una falla normal o  
30 reversa tiene el movimiento predominante hacia arriba o abajo con respecto a la cara  
31 de la falla.

#### 32 **4.11.1.8 Maremotos o tsunamis/seiches**

33 Los tsunamis son olas generadas por el desplazamiento rápido de un volumen  
34 considerable de agua de mar, provocado por fallas submarinas verticales o  
35 deformación del fondo marino, por deslizamientos submarinos de gran escala, o por  
36 erupciones volcánicas dentro o cerca de cuencas oceánicas. En mar abierto, estas olas  
37 tienen un período y una longitud de onda muy largos; es decir, las ondas presentan un  
38 gran espaciamiento y viajan a velocidades de centenares de miles por hora. A medida  
39 que un tsunami se acerca al litoral, la velocidad de la onda disminuye y la altura de la  
40 ola aumenta, dando como resultado efectos potencialmente destructivos. Los registros  
41 históricos indican que la severidad los daños generados por maremotos o tsunamis

1 varía ampliamente, dependiendo de factores tales como topografía costera, existencia  
2 de islas costa afuera, y dirección de las olas entrantes.

3 Aunque la mayoría de las costas del Océano Pacífico tienen un largo historial de  
4 muertes y destrucción causadas por tsunamis, los daños ocasionados en la costa de  
5 California han sido relativamente leves (Entrix 2004). El único tsunami que causó  
6 daños apreciables y la pérdida de vidas a lo largo de la costa de California ocurrió  
7 como consecuencia del terremoto de Alaska en 1964; la mayoría de los daños y  
8 pérdidas ocurrió a lo largo de la costa norte de California. Durante los últimos 200  
9 años, se han registrado tsunamis aproximadamente una vez cada 10 años. La altura  
10 máxima promedio registrada para estos tsunamis ha sido 6.7 pies (2.1 m) (CGS 2005).  
11 Sin embargo, existe potencial para un futuro tsunami importante en el área del Proyecto  
12 (CSSC 2005). Los maremotos generados localmente podrían ser ocasionados por el  
13 desplazamiento significativo de fallas submarinas o deslizamientos submarinos. Una  
14 valoración preliminar del potencial para tsunamis generados localmente sugiere que las  
15 grandes alturas de olas de 12 a 18 pies (3.7 a 5.5 m) podrían ser originadas por fallas  
16 en el fondo marino existentes en el Canal de Santa Barbara (Entrix 2004).<sup>1</sup> Según el  
17 Plan General de Oxnard, la ruta del Ducto de Center Road es susceptible a maremotos  
18 en sitios ubicados aproximadamente entre los MP 0.0 y MP 1.6 (Ciudad de Oxnard,  
19 1990).

20 Los Estándares para la Ingeniería y Mantenimiento de Terminales Marítimos de  
21 Petróleo (MOTEMS) proporcionan los valores estimados de altura de tsunamis para los  
22 puertos de Los Ángeles, Long Beach, y Hueneme. Para los puertos de Los Ángeles y  
23 de Long Beach, el valor para un período de retorno de 100 años es de 8.0 pies (2.46  
24 m), mientras que para un período de retorno de 500 años es de 15.0 pies (4.6 m)  
25 (USGS 2005). Para el Puerto de Hueneme, el valor estimado para un período de  
26 retorno de 100 años es de 11.0 pies (4.38 m), y de 21.0 pies (6.46 m) para un período  
27 de retorno de 500 años (CSLC 2004).

28 Las ondulaciones o *seiches* son oscilaciones una superficie encerradas de agua, como  
29 un lago, que pueden ser ocasionadas por un terremoto. La mayoría de estas  
30 ondulaciones se crean cuando los deslizamientos de tierra caen en un cuerpo de agua  
31 y desplazan grandes volúmenes de agua. No existen cuerpos de agua encerrados en la  
32 vecindad del Proyecto.

#### 33 4.11.1.9 Recursos Paleontológicos

34 Los recursos paleontológicos son los restos mineralizados (fossilizados) de plantas  
35 prehistóricas y animales, así como también las impresiones mineralizadas (fósiles de  
36 rastro) que han quedado como evidencia indirecta de la forma y de la actividad de tales  
37 organismos. Estos recursos se consideran no renovables.

---

<sup>1</sup> La altura se define como la elevación de la ola sobre el nivel del mar en durante el límite de penetración en el litoral.

1 La sensibilidad paleontológica se define como el potencial para que una unidad  
2 geológica produzca fósiles científicamente significativos, de acuerdo con el tipo de roca  
3 o material no consolidado, la historia de la unidad de roca o material no consolidado en  
4 la producción de materiales fósiles, y sitios fósiles que se registran en la unidad. Los  
5 grados de sensibilidad paleontológica se derivan de datos fósiles provenientes de la  
6 unidad geológica entera, no sólo de un área específica de estudio. Las áreas costa  
7 afuera podrían ser fuentes potenciales de recursos paleontológicos; sin embargo,  
8 generalmente se encuentran sumergidas y por tanto inaccesibles.

9 En California se utiliza un sistema de la clasificación de la sensibilidad paleontológica  
10 basado en tres categorías: alta, baja e indeterminada, la cual es recomendada por la  
11 Sociedad de Paleontología de Vertebrados (SVP). La clasificación se define de la  
12 siguiente manera:

- 13 • *Alta sensibilidad* – indica que actualmente se observan fósiles en el sitio, estos  
14 lugares se registran dentro del área del estudio, y/o la unidad tiene un historial  
15 de producción significativa y numerosa de restos fósiles.
- 16 • *Baja sensibilidad* – indica que no es probable encontrar fósiles significativos  
17 debido a un patrón de distribución al azar, a la juventud extrema de la unidad de  
18 la roca, y/o al método de formación de la roca, por ejemplo, por alteración por  
19 calor y la presión.
- 20 • *Sensibilidad indeterminada* – el estatus desconocido o indeterminado indica que  
21 la unidad de la roca no se ha estudiado suficientemente o carece de  
22 características para asignarle una clasificación definitiva. Bajo esta clasificación,  
23 el recurso se trata inicialmente como de alta sensibilidad o con potencial.  
24 Después de un estudio o supervisión, la unidad de roca puede caer en una de  
25 las otras categorías.

26 El Museo de Paleontología de la Universidad de California en Berkeley condujo una  
27 búsqueda de registros para identificar recursos paleontológicos conocidos y  
28 significativos en la vecindad del Ducto de Center Road, la Línea 225 del Ducto  
29 Periférico y las rutas alternativas de ductos. La Dra. Patricia Holroyd, paleontóloga  
30 representante de este museo, revisó sus registros y encontró que sólo un fósil conocido  
31 está presente en la vecindad del Ducto de Center Road y las alternativas de rutas.  
32 Sólo se encontró un espécimen aislado de un *proboscidean tibia* perteneciente a la era  
33 del Pleistoceno tardío en la Formación Las Posas (Entrix 2004). De esta misma  
34 formación, se recolectó en el área general (Camarillo) otro espécimen de mamífero  
35 perteneciente a la colección del museo.

36 Las formaciones geológicas de edad similar y el ambiente deposicional de la Formación  
37 Las Posas se pueden encontrar cerca de Beardsley Wash entre los MP 12.5 y MP  
38 13.8. Los segmentos restantes de las rutas del Ducto de Center Road y las Rutas  
39 Alternativas de Ducto serían colocados a una profundidad máxima de 7 pies (2.1 m)  
40 dentro de un aluvión reciente (Figura 4.11-4), el cual tiene una probabilidad  
41 relativamente baja de contener recursos paleontológicos significativos.

1 Debido a que Línea 225 del Ducto Periférico parece atravesar depósitos sedimentarios  
 2 similares de tipo no-marino (Periférico MP 0.0 a MP 3), los cuales se ha identificado  
 3 que contienen recursos paleontológicos a lo largo de la ruta del Ducto de Center Road  
 4 (Figuras 4.11-4 y 4.11-5), en los materiales subyacentes a esa parte de Línea 225 del  
 5 Ducto Periférico pueden estar presentes recursos paleontológicos potencialmente  
 6 significativos. Sin embargo, una búsqueda en base de datos no reveló la presencia de  
 7 algún recurso paleontológico en la vecindad del Línea 225 del Ducto Periférico.

#### 8 **4.11.1.10 Reportes Geotécnicos Adicionales Elaborados por el Solicitante**

9 Los siguientes reportes de riesgo geológico/sísmico y estudios geotécnicos  
 10 preliminares han sido preparados hasta la fecha por la Solicitante para el Proyecto  
 11 propuesto:

- 12 • Fugro West. August 2004. Preliminary Seismic and Geologic Hazards  
 13 Evaluation, Proposed Cabrillo Port Offshore Ventura County, California.  
 14 Supplement No. 1, Supplemental Description and Evaluation of Turbidity Current  
 15 Potential.
- 16 • Intec Engineering. October 2004. Pipeline Spanning Analysis.
- 17 • Intec Engineering. November 2004. Pipeline Stability Under Turbidity Flows.
- 18 • D.G. Honegger Consulting. November 5, 2004 Assessment of Potential Seismic  
 19 Hazards to Cabrillo Port Facilities.
- 20 • Fugro West. March 2005. Preliminary Geotechnical Study Summarizing  
 21 Subsurface Conditions at Southland Sod Farms, Cabrillo Port Pipeline Shoreline  
 22 Crossing, Ventura County California.
- 23 • William Lettis & Associates. April 2005. Geologic and Geotechnical Evaluation  
 24 of Proposed Center Road and Line 225 Pipeline Loop routes, Ventura and Los  
 25 Angeles Counties, California.
- 26 • Fugro West. June 2005. Geotechnical Desktop Study, Cabrillo Port Pipeline  
 27 Shoreline Crossing, Ventura County, California (revised).

28 Ingenieros y geólogos de la CSLC revisaron los reportes de riesgo geológico/sísmico y  
 29 los estudios geotécnicos preliminares preparados por la Solicitante para el Proyecto, y  
 30 los encontraron adecuados para los propósitos de la revisión ambiental. Más estudios  
 31 geotécnicos serían requeridos, sin embargo, para la etapa final de diseño tras la  
 32 conclusión de la revisión ambiental. Similarmente, la USCG tiene información suficiente  
 33 para los propósitos de esta revisión

34 Ni las agencias líderes Federales (la USCG y la Administración Marítima de los  
 35 Estados Unidos [MARAD]) ni la agencias líderes Estatales (CSLC) requieren que los  
 36 solicitantes de puertos de aguas profundas proporcionen diseños detallados como  
 37 parte de su solicitud. Si una solicitud es aprobada y la MARAD emite una licencia para  
 38 el puerto de aguas profundas o una licencia con condiciones, la entidad que ha recibido  
 39 la licencia debe remitir todos los planos de los componentes costa afuera involucrados

1 con el puerto de aguas profundas para la aprobación de la USCG. Si la CSLC aprueba  
 2 la aplicación para el arriendo, las condiciones del arriendo incluirían requerimientos  
 3 específicos para la presentación de criterios de diseño detallados y diseños de  
 4 ingeniería detallados finales por parte de la Solicitante para su revisión y aprobación  
 5 por parte de las agencias Estatales. Estudios adicionales pueden ser requeridos para el  
 6 diseño final y requerirían la aprobación Federal y Estatal antes que pueda empezar la  
 7 construcción del puerto de aguas profundas.

#### 8 4.11.2 Marco Regulatorio

9 El Proyecto cumplirá con todas las leyes, ordenanzas, regulaciones, y estándares  
 10 aplicables relacionados con los peligros y recursos geológicos durante y después de la  
 11 etapa de construcción (Tabla 4.11-3).

**Table 4.11-3 Major Laws, Regulatory Requirements, and Plans for Geologic Resources**

Law/Regulation/Plan/ Agency	Key Elements and Thresholds; Applicable Permits
<b>Federal</b>	
Hazards Analysis, (30 Code of Federal Regulations [CFR] 250.204 (b)(1)(viii) and CFR 250.1007 (a)(5) and shallow hazards survey (30 CFR 250.204(a)(17) and CFR 250.909) - MMS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Requires an analysis of seafloor and subsurface geologic and manmade hazards of all areas considered for oil and gas pipelines. This includes identifying and evaluating conditions that might affect the safety of proposed operations or that might be affected by the proposed operations. This evaluation process depends primarily on interpretation of data obtained from appropriately designed and executed high-resolution geophysical surveys.</li> <li>While the Project is not required to meet most MMS regulations, the Federal government intends to rely on MMS regulations and expertise as much as practicable to ensure application of appropriate, consistent standards: A shallow hazards survey and a geotechnical analysis of foundation soils/sediments underlying the proposed pipeline route must be performed.</li> <li>Outside of State waters, surveying must meet applicable MMS regulations and policy, as far as practicable.</li> </ul>
<b>State</b>	
California Seismic Hazards Mapping Act of 1990 (Public Resources Code § 2690 and following as Division 2, Chapter 7.8) and the Seismic Hazards Mapping Regulations (California Code of Regulations [CCR] Title 14, Division 2, Chapter 8, Article 10)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Designed to protect the public from the effects of strong ground shaking, liquefaction, landslides, other ground failures, or other hazards caused by earthquakes. The act requires that site-specific geotechnical investigations be conducted identifying the hazard and formulating mitigation measures prior to permitting most developments designed for human occupancy.</li> <li>Special Publication 117, Guidelines for Evaluating and Mitigating Seismic Hazards in California (CDMG 1997), constitutes the guidelines for evaluating seismic hazards other than surface fault rupture and for recommending mitigation measures as required by Public Resources Code § 2695(a).</li> </ul>
The California Coastal Act (CCA) of 1976, as amended - California Coastal Commission (CCC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preserves, enhances, and restores coastal resources.</li> <li>Requires protection against loss of life and property from coastal hazards, including geologic hazards.</li> </ul>

**Table 4.11-3 Major Laws, Regulatory Requirements, and Plans for Geologic Resources**

<b>Law/Regulation/Plan/ Agency</b>	<b>Key Elements and Thresholds; Applicable Permits</b>
California State Lands Commission	<ul style="list-style-type: none"> <li>Requires that the pipelines meet current seismic guidelines such as American Lifeline Alliance, July 2001, Guidelines for the Design of Buried Steel Pipe; American Lifeline Alliance, April 2004, Draft Guideline for Assessing the Performance of Oil and Natural Gas Pipeline Systems in Natural Hazard and Human Threat Events; and American Society of Civil Engineers, 1984, Guidelines for the Seismic Design of Oil and Gas Pipeline Systems.</li> </ul>
California Public Resources Code § 5097.5 (Stats. 1965, c. 1136, p. 2792)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Defines any unauthorized disturbance or removal of fossil sites or remains on public land as a misdemeanor.</li> </ul>
Uniform Building Code (UBC) and the California Building Code (CBC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contains requirements related to excavation, grading, and construction. Applicable codes and industry standards related to various geologic and soil features are identified in Appendix 8-3, Civil Engineering Design Criteria, UBC. The Project site is in the UBC and CBC Seismic Zone 4; the requirements included in the UBC and CBC for Zone 4 shall apply to the Project, including consideration for ground acceleration in structural design to provide earthquake-resistant design. According to the CBC, a grading permit is required if more than 50 cubic yards (38.2 cubic meters [m<sup>3</sup>]) of soil is moved. Chapter 33 of the CBC contains requirements relevant to the construction of pipelines alongside existing structures. CCR Title 23, §§ 3301.2 and 3301.3, contain the provision requiring protection of the adjacent property during excavations and require 10 days written notice and access agreements with the adjacent property owners.</li> <li>The UBC and CBC do not specifically apply to below-ground gas transmission pipelines operated by public utilities.</li> </ul>
Alquist-Priolo Special Studies Zones Act of 1972 (CA Public Resources Code §§ 2621-2630).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Requires that "sufficiently active" and "well-defined" earthquake fault zones be delineated by the State geologists.</li> <li>Prohibits locating structures for human occupancy across the trace of an active fault.</li> <li>Does not specifically regulate pipelines, but it does help define areas where fault rupture is most likely to occur.</li> </ul>
<b>Local Regulations</b>	
Grading Permits - Local City or County Other	<ul style="list-style-type: none"> <li>Required when more than 50 cubic yards (38.2 m<sup>3</sup>) of soil is moved.</li> <li>No local regulations or codes are applicable beyond those identified in the UBC Appendix, Chapter 33, related to excavation, grading, and construction.</li> </ul>

### 1 4.11.3 Criterios de Significación

2 Los criterios de significación o importancia se determinaron con base en las pautas de  
3 la Lista de Verificación Ambiental, Apéndice G de la Ley de Calidad Ambiental de  
4 California. Para los propósitos de este borrador revisado del EIR, los impactos sobre  
5 los recursos geológicos se consideran significativos si el Proyecto:

- 1 • Empeora las condiciones geológicas desfavorables existentes;
- 2 • Descarga de tóxicos u otros materiales peligrosos en el ambiente como  
3 resultado de actividades de la instalación, tal como la disposición de lodos de  
4 perforación durante la perforación direccional horizontal (HDD) y el HDB;
- 5 • Causa la pérdida de un recurso paleontológico único;
- 6 • Expone a la gente o a las estructuras a los potenciales efectos adversos,  
7 incluyendo el riesgo de pérdidas, lesiones, o muerte por:
- 8 - Ruptura de una falla sísmica conocida,
- 9 - Fuertes temblores de tierra,
- 10 - Fallas terrestres relacionadas con sismos, incluyendo licuefacción;
- 11 • Causa daños severos o destrucción a uno o más componentes del Proyecto  
12 como consecuencia directa de un evento geológico;
- 13 • Descarga de tóxicos u otros materiales peligrosos en el ambiente como  
14 resultado de un evento geológico; o
- 15 • Causa daños a una tubería debido a deslizamientos, separación lateral,  
16 hundimiento, licuefacción o colapso ocasionados por la ubicación del Proyecto  
17 en una unidad geológica de suelo que sea inestable, o que llegue a ser  
18 inestable por causa del Proyecto;
- 19 Los siguientes criterios de importancia no son aplicables al Proyecto y no son  
20 analizados en más detalle:
- 21 • El proyecto no involucraría inundaciones causadas por *seiches*, las cuales son  
22 oscilaciones en una superficie encerrada de agua, o inundaciones en general.  
23 No existen superficies encerradas de agua en el área del Proyecto, y los ductos  
24 costa adentro estarían enterrados y no estarían en riesgo de ser inundados.
- 25 • El Proyecto no causaría la pérdida de alguna característica geológica única dado  
26 que el ducto se construirá en tierra de poca profundidad de una planicie  
27 predominantemente aluvial y que no se llevarán a cabo explosiones que puedan  
28 impactar las características geológicas;
- 29 • Los procesos geológicos no impactarían de manera adversa al Proyecto  
30 causando corrosión, desgaste por la acción atmosférica, o fatiga, ni causarían  
31 daño a los componentes del Proyecto dado que el Proyecto no será sujeto de  
32 condiciones climáticas extremas, bajo las cuales tales impactos podrían ocurrir.
- 33 • El Proyecto no causaría un aumento significativo de la erosión durante o  
34 después de la construcción debido a perturbaciones de los sedimentos o del  
35 suelo. Los ductos del Proyecto en el cruce con la orilla se instalarían empleado  
36 HDB y serían enterrados 50 pies (15.2 m) bajo la superficie de la playa, lo  
37 suficientemente debajo del litoral para evitar la erosión. Costa afuera, los ductos  
38 se localizarían donde se eviten las áreas de transporte de sedimentos o estarían  
39 paralelos a la dirección de transporte principal (cuesta abajo), en la medida de lo  
40 posible,

- 1 • El Proyecto no ocasionaría daños a ductos y/o a las válvulas de los ductos a lo  
 2 largo de las rutas debido a cualquiera de las condiciones anteriormente  
 3 mencionadas que podrían descargar gas natural en el ambiente y exponer a las  
 4 personas o a las estructuras a efectos potenciales substancialmente adversos  
 5 dado que bajo el área del Proyecto no se han identificado fugas de gas natural.

#### 6 4.11.4 Análisis y Mitigación de Impactos

7 Las medidas de la mitigación propuestas por la Solicitante (AM) y aquellas  
 8 recomendadas por las agencias (MM) se definen en la Sección 4.1.5 “Medidas de la  
 9 Solicitante y Medidas de Mitigación.”

#### 10 **Impacto GEO-1: Empeora las Condiciones Geológicas Desfavorables Existentes** 11 **y/o Descarga Materiales Tóxicos u Otros Materiales Dañinos en el Ambiente**

12 ***Las actividades de la construcción podrían empeorar temporalmente las***  
 13 ***condiciones geológicas desfavorables existentes (Clase II).***

14 Durante la fase de construcción del Proyecto, la Solicitante utilizaría tanto el HDB como  
 15 la HDD. La mayor diferencia entre ambas técnicas radica en que, en el caso de la HDD,  
 16 el exceso de lodos de perforación y desechos de corte son regresados al aparejo de  
 17 perforación usando alta presión para forzar estos materiales a través del tubo y de  
 18 vuelta a través del espacio anular; conforme aumenta la longitud del hueco, la presión  
 19 debe ser aumentada, lo cual aumenta la posibilidad de pérdidas del lodo de perforación  
 20 (*frac-outs*). El método de HDB usa el principio del circuito semi-cerrado, en el cual una  
 21 bomba (ubicada cerca de la cabeza del taladro) recolecta el exceso de lodo y cortes y  
 22 los bombea de vuelta al aparejo de perforación; esto permite al proceso utilizar  
 23 presiones más bajas y minimiza o elimina la posibilidad de *frac-outs*.

24 En el Proyecto propuesto, el HDB sería utilizado por la Solicitante para el cruce costero,  
 25 i.e., desde un punto aproximadamente 344 pies (105 m) costa adentro hasta un punto  
 26 3,921 pies (1,195 m) costa afuera (un total de 4,265 pies [1,300 m]). La HDD sería  
 27 utilizada para instalar los ductos costa adentro (Ducto de Center Road y Línea 225 del  
 28 Ducto Periférico) bajo largos caminos y rutas de ferrocarril, y la HDD podría ser  
 29 utilizada como un método alternativo para cruzar el Río Santa Clara en Santa Clarita  
 30 para la Línea 225 del Ducto Periférico (Cherrington 2006; Brungardt Honomichl 2006).  
 31 Ver el Capítulo 2, “Descripción de la Acción Propuesta,” para encontrar información  
 32 adicional sobre el uso de la HDD y el HDB en el Proyecto propuesto.

33 La apertura de zanjas y las actividades de HDD/HDB pueden aumentar la erosión, la  
 34 compactación diferenciada, o la socavación, dando como resultado condiciones  
 35 peligrosas para los ductos. La apertura de zanjas o la perforación podrían generar  
 36 también rutas preferenciales para el flujo de líquidos en el subsuelo. Durante  
 37 actividades de instalación podría haber erosión y socavación transitoria y esporádica.  
 38 Por ejemplo, este impacto podría ocurrir si hubiese una tormenta durante la apertura  
 39 de zanjas, lo cual expondría los ductos costa adentro.

1 La Solicitante ha incorporado las siguientes medidas en el Proyecto propuesto:

2 **AM GEO-1a. Sitio de Perforación.** Para las actividades de HDD en el cruce  
3 costero, la Solicitante o su representante designado localizarían los  
4 puntos de entrada y salida del taladro fuera del área afectada por  
5 tormentas comunes, y el ducto estaría enterrado a una profundidad  
6 suficiente para prevenir el desgaste ocasionado por erosión de la  
7 tormenta.

8 **AM TerrBio-1a. Control de erosión** sería aplicable a este impacto (ver Sección  
9 4.8, “Recursos Biológicos –Terrestres”)

10 Medidas de mitigación para el Impacto GEO-1: Empeora las Condiciones Geológicas  
11 Desfavorables Existentes

12 **MM GEO-1b. Relleno, Compactación y Nivelación.** Una vez concluida la  
13 construcción de los ductos costa adentro, la Solicitante o su  
14 representante designado deberá realizar un relleno y compactación  
15 apropiados del derecho de vía según lo definido por las prácticas  
16 estándares de construcción, nivelar la zanja con respecto a los  
17 contornos preexistentes, y revegetar/restaurar el paisaje con  
18 respecto a las condiciones preexistentes y así prevenir flujos,  
19 erosión, o hundimiento.

20 **MM WAT-3a. El Plan de Monitoreo para la Descarga de los Lodos de**  
21 **Perforación** sería aplicable a este impacto (ver Sección 4.18,  
22 “Calidad de Agua y Sedimentos”).

23 Las medidas de mitigación aquí citadas limitarían los efectos de construcción sobre  
24 condiciones geológicas desfavorables a través de adecuada planeación y diseño tales  
25 como relleno apropiado y compactación y otras prácticas estándares de construcción, y  
26 las condiciones geológicas serían restauradas con respecto a sus condiciones  
27 preexistentes. Con la puesta en práctica de estas medidas de mitigación, los impactos  
28 temporales de construcción que empeoran las condiciones geológicas desfavorables  
29 existentes serían reducidos a un nivel por debajo de su criterio de significación.

30 **Impacto GEO-2: Causa la Pérdida de un Recurso Paleontológico Único**

31 ***Las actividades de construcción podrían perturbar o destruir recursos***  
32 ***paleontológicos; estos impactos son típicamente permanentes (Clase II).***

33 Tal como se discutió anteriormente, existen varias áreas a lo largo del Ducto de Center  
34 Road y de la Línea 225 del Ducto Periférico que pueden clasificarse tentativamente  
35 como de una alta sensibilidad de contener recursos paleontológicos significativos.

36 Medida de mitigación para el Impacto GEO-2: Perturbación o Destrucción de Recursos  
37 Paleontológicos

1 **MM GEO-2a. Inspección.** La Solicitante o su representante designado deberá  
 2 requerir que un paleontólogo calificado complete una inspección  
 3 paleontológica antes de la excavación en las áreas bajo sospecha,  
 4 entre el MP 12.6 del Ducto de Center Road y el MP 14.3 en  
 5 Beardsley Wash, y en la Línea 225 del Ducto Periférico desde el  
 6 MP 0.0 al MP 3.5, MP 6.7 y el MP 7.7 del ducto periférico. Con  
 7 base en los resultados de la inspección, se emprenderá la  
 8 supervisión paleontológica de las excavaciones en estas áreas por  
 9 parte de un paleontólogo calificado. Este profesional deberá  
 10 entrenar y educar a los trabajadores de construcción sobre los  
 11 potenciales recursos paleontológicos que pudieran ser  
 12 descubiertos y, conforme a la previa aprobación del CSLC, él o ella  
 13 tendrá la capacidad de parar la construcción si se identifican  
 14 recursos potencialmente significativos y amenazados por el  
 15 Proyecto. Todos los especímenes recolectados de terrenos  
 16 públicos serán depositados en un instituto de curaduría como la  
 17 Universidad de California.

18 Con la puesta en práctica de esta medida de mitigación se minimizarían los impactos  
 19 potenciales sobre recursos paleontológicos potenciales a través de la identificación y  
 20 protección de tales recursos. Este impacto sería reducido a un nivel por debajo de su  
 21 criterio de significación.

22 **Impacto GEO-3: Exponer Personas o Estructuras a los Efectos Adversos**  
 23 **Ocasionados por la Ruptura Directa a lo largo de Líneas de Falla, Temblores en**  
 24 **Tierra, o Fallas del Terreno relacionadas a Movimientos Sísmicos**

25 ***Podrían ocurrir daños a los ductos u otras instalaciones debido a la ruptura***  
 26 ***directa (desplazamiento horizontal del terreno) de las líneas de falla (Clase II).***

27 Un terremoto puede causar una ruptura o dislocación significativa a lo largo de su  
 28 rastro superficial. Por ejemplo, el temblor de San Fernando en 1971 (Sylmar) generó un  
 29 desplazamiento de hasta 6.2 pies (1.9 m) y el temblor de Landers en 1992, situado en  
 30 el Desierto de Mojave, tuvo un desplazamiento de hasta cerca de 19 pies (5.8 m). Sin  
 31 embargo, no ha habido una ruptura de la falla ocasionada por la mayoría de los  
 32 terremotos. Una dislocación sustancial podría causar una ruptura de una tubería.

33 Las tuberías de acero soldadas se pueden diseñar para soportar el movimiento de una  
 34 falla sin que ocurra una ruptura cuando se definen bien la dirección, localización, y  
 35 magnitud del desplazamiento horizontal anticipado. Sin embargo, una ruptura  
 36 significativa de la falla (tal como ocurrió en 1992 en Landers, o el sismo de San  
 37 Francisco en 1906 que generó desplazamientos de 19 pies [5.9 m] o más) podría dar  
 38 lugar a ruptura del ducto incluso si se ponen en ejecución todas las medidas  
 39 protectoras del diseño. Se llevó a cabo un estudio del funcionamiento en caso de  
 40 terremotos de los ductos de acero utilizados para transporte y suministro de gas por  
 41 parte de la Compañía de Gas del Sur de California (SoCalGas) durante un período de  
 42 61 años (1933 a 1994). En este estudio se encontró que los ductos de transporte

1 soldados con arco después de 1945, y que constan de una buena reparación, nunca  
2 han experimentado una rotura o un escape durante un terremoto en el Sur de California  
3 (O'Rourke y Palmer 1996). El estudio incluyó la evaluación de ductos durante 10  
4 terremotos con magnitudes superiores a 5.8 desde 1945 y localizados cerca de líneas  
5 de transmisión de gas. Las roturas de ductos que tuvieron lugar sucedieron en tuberías  
6 más antiguas y no soldadas con arco.

7 El CSLC exige la incorporación de los estándares sismológicos actuales de ingeniería  
8 tales como los *Guidelines for the Design of Buried Steel Pipe* (American Lifeline  
9 Alliance), *Guidelines for the Seismic Design of Oil and Gas Pipeline Systems* (American  
10 Society of Civil Engineers), y otros estándares industriales reconocidos para el diseño  
11 sísmo-resistente de instalaciones ubicadas en todos los cruces de fallas.

12 Los gasoductos cercanos a la costa podrían ser afectados adversamente por la  
13 actividad sísmica pero serían diseñados para acomodar, basado en la mayoría de las  
14 informaciones actuales, el movimiento lateral/vertical, máximo y anticipado de  
15 terremotos (la deformación permanente de fondo del mar) durante la etapa de plano  
16 definitivo. Si el movimiento de fondo del mar excede la tensión aceptable sobre las  
17 tuberías, estas podrían reventar y causar un derrame. La pérdida de la presión debe  
18 inducir el cierre seguro del sistema, y el gas natural subiría a la superficie. Cercano a la  
19 costa, pocas fuentes potenciales de la ignición existen en la vecindad de las tuberías  
20 propuestas. Tierra adentro tuberías se diseñarían semejantemente acomodar el  
21 desplazamiento anticipado por terremotos y una pérdida en la presión activaría su  
22 sistema del cierre.

23 La Solicitante ha incorporado las siguientes medidas al Proyecto propuesto:

24 **AM GEO-3a.**           **Evitación.** La Solicitante evitaría, en lo posible, el cruce de zonas  
25 de fallas activas conocidas.

26 **AM GEO-3b.**           **Flexibilidad del Ducto.** Excepto en el cruce con la orilla, donde los  
27 tubos estarían enterrados bajo la Playa Ormond, la Solicitante  
28 instalará el ducto costa afuera directamente sobre la superficie del  
29 fondo marino. Esto permitirá mejorar la flexibilidad del ducto, en  
30 comparación con una tubería enterrada, con la finalidad de  
31 soportar el movimiento causado por la ruptura de una falla. Bajo  
32 condiciones normales (no debido a un movimiento en masa),  
33 algunos sedimentos pueden cubrir el ducto, pero éstos tendrían un  
34 efecto menor y no deberían afectar la flexibilidad de la tubería. Las  
35 rutas del ducto también serían diseñadas para cruzar fallas  
36 potenciales de la manera más perpendicular posible. El  
37 desplazamiento horizontal de los ductos que cruzan fallas de  
38 pulso-deslizamiento o fallas normales de manera perpendicular (en  
39 ángulo recto) induce tensión en el ducto en lugar de compresión.  
40 Los ductos pueden sobrellevar un desplazamiento horizontal  
41 significativo bajo tensión.

1 Medidas de mitigación para el Impacto GEO-3: Daños Debido a la Ruptura Directa a lo  
 2 Largo de Líneas de Falla

- 3 **MM GEO-3c. Estudios Geotécnicos.** La Solicitante terminará los estudios de  
 4 peligro sísmico específico en sitio, los cuales serán aprobados por  
 5 la CSLC y la USCG antes de la etapa de construcción. Los  
 6 estudios cubrirán los potenciales cruces de fallas activas para  
 7 definir con exactitud la ubicación, orientación, y dirección del  
 8 desplazamiento horizontal previsto. Estos estudios incluirán la  
 9 magnitud del desplazamiento horizontal anticipado en los sitios de  
 10 falla; esta información será utilizada para refinar los parámetros de  
 11 diseño para el cruce de fallas. Los estudios tomarán en  
 12 consideración que es mejor orientar el tubo en los cruces de fallas  
 13 para producir tensión en caso de que exista una ruptura del suelo a  
 14 lo largo de la falla. Es más probable que la compresión del tubo, en  
 15 lugar de la tensión, ocasione la ruptura del mismo. Los reportes  
 16 finales de investigación en sitio contendrán, como mínimo, la  
 17 siguiente información:
- 18 • Un programa de batimetría interferométrica (*swath bathymetry*)  
 19 que cubra un área amplia para evaluar los corredores de flujos  
 20 de turbidez desde los cañones que se encuentran fueran del  
 21 área inmediata del Proyecto;
  - 22 • Prospecciones geofísicas adicionales cerca del fondo (sonar de  
 23 exploración lateral y datos de los perfiles bajo el fondo);
  - 24 • Perforaciones geofísicas de poca profundidad en cada  
 25 ubicación de anclaje y de miembro extremo del ducto;
  - 26 • Perforaciones geofísicas de poca profundidad en ubicaciones  
 27 selectas a lo largo de la ruta del ducto para evaluar las  
 28 condiciones del suelo, incluyendo las dos zonas de fallas;
  - 29 • Perforaciones geofísicas de poca profundidad dentro de las  
 30 paredes laterales del cañón adyacente a la ruta del ducto  
 31 propuesta para evaluar las condiciones del suelo con relación a  
 32 la estabilidad del talud; y
  - 33 • Perforaciones geofísicas de poca profundidad a lo largo la ruta  
 34 de la HDD para evaluar las condiciones del suelo en el área  
 35 costa afuera.
- 36 **MM GEO-3d. Diseño y Procedimientos Operacionales.** La Solicitante  
 37 realizará la evaluación de una zanja más grande, la ingeniería del  
 38 relleno, aumentar el espesor de pared del tubo, las válvulas de  
 39 cierre colocadas a los lados de los cruces de falla, y el control  
 40 telemétrico para el diseño final del ducto. La Solicitante utilizará  
 41 pautas de diseño de las publicaciones *Guidelines for the Design of*

1 *Buried Steel Pipe and Guidelines for the Seismic Design of Oil and*  
 2 *Gas Pipeline Systems.*

3 La aplicación de estas medidas de mitigación aseguraría que el ducto sea  
 4 adecuadamente planeado y diseñado. Evitar los cruces con fallas activas y mejorar la  
 5 flexibilidad instalando los ductos sobre el lecho marino reduciría el daño potencial de  
 6 los eventos sísmicos. Conducir estudios geotécnicos adicionales proporcionaría  
 7 información más fina para el diseño final. Las medidas fortalecerían el ducto, y cavar  
 8 una zanja más amplia con más relleno permitiría al ducto tener mayor flexibilidad.  
 9 Instalar una válvula de cierre aumentaría la seguridad en caso de una ruptura en el  
 10 ducto. La Tabla 4.2-2 en la Sección 4.2, “Seguridad Pública: Análisis de Peligros y  
 11 Riesgos,” identifica a las agencias reguladoras que serían responsables de revisar y  
 12 aprobar el diseño final y verificar que las técnicas seleccionadas para los cruces con las  
 13 fallas sean seguras. El Proyecto evitaría los cruces con fallas conocidas a excepción de  
 14 la pequeña y enterrada Falla Wright Road (como fue discutido en la Sección 4.11.1,  
 15 “Marco Ambiental y Riesgos Ambientales”). Por tanto, estas medidas reducirían el  
 16 impacto sobre las personas y estructuras a un nivel por debajo del criterio de  
 17 significación de riesgo geológico.

18 **Impacto GEO-4: Causa Daño Severo a los Componentes del Proyecto como**  
 19 **Consecuencia Directa de un Evento Geológico, Descargando en el Ambiente**  
 20 **Materiales Tóxicos u Otros Materiales Dañinos en el Ambiente.**

21 ***Los temblores de tierra ocasionados por terremotos, los cuales son de naturaleza***  
 22 ***transitoria y esporádica, podrían causar daños a los componentes del Proyecto***  
 23 ***(Clase II).***

24 Los temblores de tierra inducidos por fuertes terremotos podrían dar lugar a daños  
 25 significativos a las estructuras sobre tierra, tales como las partes costa afuera de los  
 26 ductos o las instalaciones de procesamiento costa adentro, y pueden conducir a la  
 27 pérdida de zanjas abiertas durante la etapa de construcción. Los temblores de tierra  
 28 generalmente ocasionan impactos sobre tuberías soldadas modernas solamente  
 29 cuando el sismo induce movimientos en masa, tales como licuefacción, asentamiento  
 30 diferenciado, o deslizamientos. Los daños al ducto también podrían resultar de la  
 31 deformación transitoria de terreno causada por la velocidad máxima de la onda sísmica  
 32 en tierra. Sin embargo, en el estudio de O'Rourke y de Palmer se encontró que el tubo  
 33 de transporte de acero soldado es altamente resistente a las ondas que viajan por  
 34 tierra. Los impactos del movimiento en masa se discuten a continuación bajo Impacto  
 35 GEO-5.

36 Medida de Mitigación GEO-4: Daños a los Componentes del Proyecto a Causa de un  
 37 Evento Geológico

38 **MM GEO-4a. Diseño para Temblores de Tierra.** La Solicitante utilizará diseño  
 39 sísmico apropiado, incluyendo pero no limitado a las pautas de  
 40 diseño en las siguientes publicaciones: *Guidelines for the Design of*  
 41 *Buried Steel Pipe, Guidelines for the Seismic Design of Oil and Gas*

1 *Pipeline Systems, y Managing System Integrity of Gas Pipelines*  
2 de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.

3 La aplicación de estas pautas de diseño sísmico permitiría que los ductos y otras  
4 estructuras soporten un intenso temblor de tierra sin derrumbarse o romperse y  
5 reducirían los impactos a los componentes del Proyecto a causa de los temblores de  
6 tierra a un nivel por debajo de su criterio de significación.

7 **Impacto GEO-5: Daños a los Ductos por Deslizamientos, Flujo de Sedimentos,**  
8 **Separación Lateral, Hundimiento, Licuefacción, o Colapso como Resultado de**  
9 **Ubicar el Proyecto sobre una Unidad Geológica o Suelo que es Inestable**

10 ***Los movimientos en masa, que son de naturaleza transitoria y esporádica,***  
11 ***podrían ocasionar daños sobre los ductos o las estructuras (Clase III).***

12 Los temblores de tierra u otros procesos pueden causar movimientos en masa. Durante  
13 pérdida de fuerza de sustentación del terreno, como ocurre por ejemplo con la  
14 licuefacción, pueden ocurrir grandes deformaciones dentro de la masa del suelo,  
15 permitiendo que las estructuras se asienten o se inclinen. Un movimiento bastante  
16 grande podría causar la ruptura del ducto. La licuefacción de una capa enterrada puede  
17 dar lugar a una separarse lateral substancial de la superficie del suelo. Un buen  
18 ejemplo de separación lateral ocurrió durante el terremoto de San Fernando (Sylmar)  
19 en 1971, cuando un área de casi 163 acres (66 hectáreas [ha]) bajó la pendiente en un  
20 2.5 por ciento. Además, la separación lateral fue responsable de la mayoría de las  
21 rupturas de tuberías de agua en San Francisco durante el terremoto de Loma Prieta en  
22 1989.

23 Las rutas costa afuera del ducto se han seleccionado para aprovechar áreas con  
24 pendientes moderadas, las cuales son más estables. La Plataforma Continental de  
25 Hueneme-Mugu ubicada en la vecindad del Proyecto se considera estable, debido a la  
26 presencia de pendientes de bajo ángulo de aproximadamente 0.3 a 0.4 por ciento, y a  
27 la carencia de evidencia directa de inestabilidad. Se ha registrado evidencia de  
28 deslizamientos submarinos en la vecindad general del Proyecto, a lo largo del Talud de  
29 Hueneme-Mugu y dentro de los cañones submarinos asociados. Así mismo, los  
30 cañones de Hueneme y Mugu se consideran áreas activas de transporte de sedimentos  
31 desde la plataforma cercana a la costa al fondo de la cuenca, mediante flujos de  
32 turbiedad. La ruta del Proyecto no cubre áreas con movimientos previamente  
33 identificados en la depresión o en los cañones donde es más probable que ocurran  
34 flujos de sedimentos, pero la ruta está a lo largo de una pendiente susceptible a  
35 arrastre. Sin embargo, la Solicitante ha identificado tres áreas donde el ducto marino  
36 podría estar sujeto a flujos de turbiedad; mayor espesor en las paredes del tubo,  
37 recubrimiento de concreto y estudios de diseño finales han sido recomendados para  
38 estas áreas (Fugro West 2004c; Intec 2004b). El área considerada con el potencial más  
39 alto de licuefacción a lo largo de la parte costa afuera del Proyecto se ubica en la  
40 plataforma continental baja cercana al punto de entrada costa adentro. Es en ese sitio  
41 donde se espera encontrar los depósitos más gruesos de material potencialmente

1 licuable. Se prevé que la profundidad máxima de licuefacción sea de aproximadamente  
2 22 a 32 pies (6.7 a 9.8 m) (Fugro West 2004b).

3 La mayoría de los segmentos costa adentro de los ductos están en áreas que se  
4 consideran con potencial de licuefacción debido a la presencia de suelos granulares y  
5 un bajo nivel freático. Sin embargo, la ruta tiene pendientes moderadas. Parte de la  
6 ruta de la Línea 225 del Ducto Periférico se encuentra en áreas con potencial de  
7 deslizamientos; sin embargo, la ruta propuesta no cruza ningún deslizamiento activo o  
8 recientemente activo (William Lettis & Associates 2005).

9 La Solicitante ha incorporado la siguiente medida en el Proyecto propuesto:

10 **AM GEO-5a. Evitar las áreas con potencial de movimientos en masa.** Al  
11 mayor grado posible, las áreas del suelo susceptibles a  
12 movimientos en masa y aquellas de pendientes más escarpadas  
13 serán evitadas por la Solicitante (por ejemplo, donde la ruta de  
14 Línea 225 del Ducto Periférico propuesta cruza el Río Santa Clara  
15 y la Arroyo de San Francisquito, donde los movimientos en masa  
16 son más probables). El ducto será conectado a los puentes  
17 existentes para evitar el movimiento en masa a lo largo de los  
18 bancos de la corriente sería diseñado con una pared de mayor  
19 espesor para soportar presiones potenciales debido al movimiento  
20 en masa y para permitir flexibilidad si ocurriera el movimiento.

21 Medida de Mitigación GEO-5: Daños al Ducto como Resultado de Ubicar el Proyecto  
22 sobre una Unidad Geológica o Suelo que es Inestable

23 **MM GEO-3c. Estudios geotécnicos** serían aplicables a este impacto.

24 La elaboración de estudios de riesgos sísmicos finales y específicos al sitio del  
25 Proyecto, aprobados por la CSLC y la USCG previo a la etapa de construcción,  
26 asegurarían que los presumibles cruces de fallas activas sean definidos con precisión  
27 de manera que los parámetros de diseño apropiados sean implementados. Se  
28 requeriría a la Solicitante diseñar y construir los ductos y las instalaciones de acuerdo  
29 con todos los estándares y regulaciones aplicables. El cumplimiento de estas medidas,  
30 junto con los estándares y regulaciones, aseguraría que los impactos que resulten del  
31 daño al ducto como consecuencia de la ubicación del Proyecto se encuentren por  
32 debajo del criterio de significación para riesgo geológico.

33 **Impacto Geo-6: Daños a los Ductos por Tsunamis**

34 ***Los tsunamis, que son de naturaleza transitoria y esporádica, podrían causar***  
35 ***daños las tuberías o a las instalaciones cercanas a la costa debido a la fuerza***  
36 ***típica y a la naturaleza erosiva de estas tormentas (Clase III).***

37 Existe poco riesgo de daño ocasionado por tsunamis a las instalaciones situadas en  
38 aguas profundas, tales como la ubicación propuesta de la FSRU, pero pueden ocurrir  
39 en aguas poco profunda cerca de la orilla debido a la erosión, a las altas corrientes, y a

1 las fuerzas de las olas. Este impacto se considera adverso pero no significativo debido  
 2 a la profundidad a la cual se enterraría el ducto en el cruce costero; sin embargo,  
 3 tsunamis potenciales podrían dañar la Estación de Metraje de Ormond Beach.

4 La Solicitante ha incorporado la siguiente medida en el Proyecto propuesto:

5 **AM GEO-6a. Entierro del Ducto.** El cruce costero del ducto deberá ser  
 6 enterrado al menos 50 pies (15.2 m) bajo la superficie de la playa y  
 7 lo suficientemente profundo bajo el nivel del mar para minimizar el  
 8 potencial de pérdida de lodos de perforación (*frac-outs*). De esta  
 9 manera también se evitarán los daños potenciales ocasionados por  
 10 tsunamis.

11 Los impactos y medidas de mitigación asociadas con recursos geológicos se resumen  
 12 en la Tabla 4.11-4.

**Tabla 4.11-4 Resumen de los Impactos sobre la Geología y de las Medidas de la Mitigación**

Impacto	Medida(s) de Mitigación
<p><b>GEO-1.</b> Las actividades de construcción podrían empeorar temporalmente las condiciones geológicas desfavorables existentes (Clase II).</p>	<p><b>AM GEO-1a. Sitio de Perforación.</b> Para la perforación HDB en el cruce costero, la Solicitante o su representante asignado ubicarían los puntos de entrada y salida del taladro, los cuales estarían fuera del área afectada por tormentas normales. Adicionalmente, el ducto sería enterrado lo suficientemente profundo para prevenir que emerja debido a la erosión provocada por la tormenta.</p> <p><b>AM TerrBio-1a. Control de Erosión.</b></p> <p><b>MM GEO-1b. Relleno, Compactación, y Nivelación.</b> Una vez concluida la construcción de los ductos costa adentro, la Solicitante o su representante designado deberá realizar un relleno y compactación apropiados del derecho de vía según lo definido por las prácticas estándares de construcción, nivelar la zanja con respecto a los contornos preexistentes, y revegetar/restaurar el paisaje con respecto a las condiciones preexistentes y así prevenir flujos, erosión, o hundimiento.</p> <p><b>MM WAT-3a. El Plan de Monitoreo para la Descarga de los Lodos de Perforación</b> (ver Sección 4.18, "Calidad de Agua y Sedimentos").</p>
<p><b>GEO-2.</b> Las actividades de construcción podrían perturbar o destruir recursos paleontológicos; estos impactos son generalmente permanentes (Clase II).</p>	<p><b>MM GEO-2a. Inspección.</b> La Solicitante o su representante designado deberá requerir que un paleontólogo calificado complete una inspección paleontológica antes de la excavación en las áreas bajo sospecha.</p>
<p><b>GEO-3.</b> Podrían ocurrir daños a las tuberías o a otras instalaciones debido a la ruptura directa (desplazamiento horizontal del terreno) a lo largo de las líneas de falla (Clase II).</p>	<p><b>AM GEO-3a. Evitación.</b> La Solicitante evitaría, en lo posible, el cruce de zonas de fallas activas conocidas.</p> <p><b>AM GEO-3b. Flexibilidad del Ducto.</b> Excepto en el cruce con la orilla, donde los tubos estarían enterrados bajo la Playa Ormond, la Solicitante</p>

Tabla 4.11-4 Resumen de los Impactos sobre la Geología y de las Medidas de la Mitigación

Impacto	Medida(s) de Mitigación
	<p>instalará el ducto costa afuera directamente sobre la superficie del fondo marino. Esto permitirá mejorar la flexibilidad del ducto, en comparación con una tubería enterrada, con la finalidad de soportar el movimiento causado por la ruptura de una falla. Bajo condiciones normales (no debido a un movimiento en masa), algunos sedimentos pueden cubrir el ducto, pero éstos tendrían un efecto menor y no deberían afectar la flexibilidad de la tubería. Las rutas del ducto también serían diseñadas para cruzar fallas potenciales de la manera más perpendicular posible. El desplazamiento horizontal de los ductos que cruzan fallas de pulso-deslizamiento o fallas normales de manera perpendicular (en ángulo recto) induce tensión en el ducto en lugar de compresión. Los ductos pueden sobrellevar un desplazamiento horizontal significativo bajo tensión.</p> <p><b>MM GEO-3c. Estudios Geotécnicos.</b> La Solicitante terminará los estudios de peligro sísmico específico en sitio, los cuales serán aprobados por la CSLC y la USCG antes de la etapa de construcción.</p> <p><b>MM GEO-3d. Diseño y Procedimientos Operacionales.</b> La Solicitante realizará la evaluación de una zanja más grande, la ingeniería del relleno, aumentar el espesor de pared del tubo, las válvulas de cierre colocadas a los lados de los cruces de falla, y el control telemétrico para el diseño final del ducto.</p>
<p><b>GEO-4.</b> Los temblores de tierra ocasionados por terremotos, los cuales son de naturaleza transitoria y esporádica, podrían causar daños a los componentes del Proyecto (Clase II).</p>	<p><b>MM GEO-4a. Diseño para temblores de tierra.</b> La Solicitante utilizará diseño sísmico apropiado, incluyendo pero no limitado a las pautas de diseño en las siguientes publicaciones: <i>Guidelines for the Design of Buried Steel Pipe</i>, <i>Guidelines for the Seismic Design of Oil and Gas Pipeline Systems</i>, y <i>Managing System Integrity of Gas Pipelines</i> de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.</p>
<p><b>GEO-5.</b> Los movimientos en masa, que son de naturaleza transitoria y esporádica, podrían ocasionar daños sobre los ductos o las estructuras (Clase III).</p>	<p><b>AM GEO-5a. Evitar áreas con potencial de movimientos en masa.</b> Al mayor grado posible, las áreas del suelo susceptibles a movimientos en masa y aquellas de pendientes más escarpadas serán evitadas por la Solicitante</p>
<p><b>GEO-6.</b> Los tsunamis, de naturaleza transitoria y esporádica, podrían dañar los ductos cercanos a la costa u otras instalaciones debido a fuerzas típicas y a la naturaleza erosiva de este tipo de tormentas (Clase III).</p>	<p><b>AM GEO-6a. Entierro del Ducto.</b> El cruce costero del ducto deberá ser enterrado al menos 50 pies (15.2 m) bajo la superficie de la playa y lo suficientemente profundo bajo el nivel del mar para minimizar el potencial de pérdida de lodos de perforación (<i>frac-outs</i>). De esta manera también se evitarán los daños potenciales ocasionados por tsunamis.</p>

## 1 4.11.5 Alternativas

### 2 4.11.5.1 Alternativa de No-Acción

3 Como se explicó con mayor detalle en la Sección 3.4.1, “Alternativa de No-Acción,”  
4 bajo la Alternativa de No-Acción, la MARAD negaría la licencia para el Proyecto del  
5 Puerto de Cabrillo y/o la CSLC negaría la solicitud para el arrendamiento propuesto de  
6 las tierras Estatales de marea y sumergidas para un derecho de vía del ducto. La  
7 Alternativa de No-Acción significa que el Proyecto no se llevaría a cabo y que la FSRU,  
8 ductos submarinos asociados, y ductos e instalaciones costa adentro no serían  
9 instalados. Bajo esta alternativa, no ocurriría ninguno de los impactos ambientales  
10 identificados para la construcción y operación del ducto propuesto.

11 Dado que el Proyecto propuesto está financiado de manera privada, se desconoce si la  
12 Solicitante financiaría otro proyecto energético en California; sin embargo, de elegirse  
13 la Alternativa de No-Acción, las necesidades energéticas identificadas en la Sección  
14 1.2, “Propósito, Necesidad y Objetivos del Proyecto,” sería probablemente tratada a  
15 través de otro medio, como a través de otro proyecto de LNG o relacionado con ductos  
16 de gas natural. Tales proyectos propuestos podrían resultar en impactos ambientales  
17 potenciales con la naturaleza y magnitud de aquellos del Proyecto propuesto así como  
18 en impactos particulares a sus respectivas configuraciones y operaciones; sin embargo,  
19 tales impactos no pueden ser pronosticados con ninguna exactitud en este momento.

### 20 4.11.5.2 Localización Alternativa del Puerto de Aguas Profundas (DWP) – Ruta 21 de Cruce Costero del Ducto Gonzáles Road con Santa Bárbara 22 Channel/Mandalay

23 La ruta alternativa del Cruce Costero del Ducto Gonzáles Road con Santa Bárbara  
24 Channel/Mandalay presenta una configuración regional y peligros geológicos locales  
25 similares a aquellos en la ubicación propuesta para el Proyecto, incluyendo sismos,  
26 movimientos en masa y erosión, licuefacción, tsunamis, y filtración de gas a poca  
27 profundidad.. La ocurrencia de daños por ruptura directa de una falla en áreas costa  
28 afuera puede ser algo menos significativo que en la ruta propuesta debido a la distancia  
29 a la línea de la falla; sin embargo, la localización alternativa es más cercana al sitio  
30 estimado de los epicentros de grandes terremotos como los de 1812 y 1925 en Santa  
31 Bárbara. Esta alternativa tendría esencialmente los mismos impactos y clases de  
32 impactos que aquellos de la ruta del ducto propuesta, y las mismas medidas de  
33 mitigación serían aplicables.

### 34 4.11.5.3 Rutas Alternativas del Ducto Costa Adentro

#### 35 Alternativa 1 del Ducto de Center Road

36 La Alternativa 1 del Ducto de Center Road es la más lejana a la Falla de Springville, la  
37 cual es una zona comprendida en los mapas de la Ley Alquist-Priolo, y es menos  
38 probable que cruce esta falla. El resto de los impactos/peligros geológicos, incluyendo  
39 los recursos paleontológicos, sismos, licuefacción, y aumento de la erosión, serían

1 esencialmente iguales a aquellos de la ruta propuesta. Las clases de impacto serían  
2 idénticas y las mismas medidas de mitigación serían aplicables.

### 3 **Alternativa 2 del Ducto de Center Road**

4 Generalmente, los impactos asociados a esta alternativa son similares a los de la ruta  
5 propuesta, al igual que las clases de impacto. La Alternativa 2 del Ducto de Center  
6 Road es más cercana a la Falla de Springville y es más probable que cruce esta falla.  
7 El resto de los impactos/peligros, incluyendo los recursos paleontológicos, sismos,  
8 licuefacción, y aumento de la erosión, serían esencialmente iguales a aquellos de la  
9 ruta propuesta y las mismas medidas de mitigación serían aplicables.

### 10 **Alternativa 3 del Ducto de Center Road**

11 Los impactos geológicos asociados con esta alternativa serían similares a aquellos de  
12 la ruta propuesta, y las clases de impacto serían las mismas. Todos los  
13 impactos/peligros, incluyendo los recursos paleontológicos, sismos, licuefacción, y  
14 aumento de la erosión, serían esencialmente iguales a aquellos de la ruta propuesta y  
15 las mismas medidas de mitigación serían aplicables.

### 16 **Alternativa de la Línea 225 del Ducto Periférico**

17 La alternativa de ruta de la Línea 225 del Ducto Periférico estaría sujeta a peligros  
18 geológicos regionales y locales casi idénticos a los de la ruta propuesta, incluyendo  
19 recursos paleontológicos, peligros sísmicos, licuefacción, y aumento de la erosión. La  
20 alternativa del cruce fluvial HDD estaría sujeta a una mayor probabilidad de erosión y  
21 pérdida de lodos de perforación (*frac-outs*) que la ruta propuesta. Los impactos y las  
22 clases son iguales a aquellos identificados para la ruta propuesta, y las mismas  
23 medidas sugeridas por la Solicitante y medidas de mitigación serían aplicables.

#### 24 **4.11.5.4 Alternativas de Cruces Costeros y Rutas de Conexión del Ducto**

##### 25 **Cruce Costero del Ducto Casper Road en Point-Mugu Road**

26 Los impactos geológicos de la alternativa de Cruce Costero en Point-Mugu/Alternativa  
27 del Ducto Casper Road, incluyendo recursos paleontológicos, los peligros sísmicos,  
28 amenaza de los tsunamis, licuefacción, y aumento de la erosión, serían esencialmente  
29 iguales a aquellos identificados para la ruta propuesta. Los impactos y las clases serían  
30 iguales a aquellos identificados para la ruta propuesta y las mismas medidas de  
31 mitigación serían aplicables.

##### 32 **Cruce Costero Arnold Road/Ducto Arnold Road**

33 Los impactos geológicos de la alternativa de Cruce Costero en Arnold Road/Alternativa  
34 del Ducto Arnold Road, incluyendo recursos paleontológicos, de los peligros sísmicos,  
35 amenaza de los tsunamis, licuefacción, y erosión creciente, serían esencialmente  
36 iguales a aquellos identificados para la ruta propuesta. Los impactos y las clases serían

1 iguales a aquellos identificados para la ruta propuesta y las mismas medidas de  
2 mitigación serían aplicables.

### 3 4.11.6 Referencias

4 Brungardt Honomichl & Company, P.A. 2006. Drilling Fluid Release Monitoring Plan,  
5 Horizontal Directional Boring, BHP Document No. WCLNG-BHP-DEO-TX-00-001-0,  
6 February 20.

7 California Division of Mines and Geology (CDMG). 1973. Urban Geology Master Plan  
8 for California. California Division of Mines and Geology. Bulletin 198.

9 \_\_\_\_\_. 1997. Guidelines for Evaluating and Mitigating Seismic Hazards in  
10 California. Special Publication 117.

11 \_\_\_\_\_. 1998a. Seismic Hazard Zones, Newhall Quadrangle. February 1.

12 \_\_\_\_\_. 1998b. Seismic Hazard Zones, Santa Paula Quadrangle. May 1.

13 \_\_\_\_\_. 2002. Seismic Hazard Zones, Camarillo Quadrangle. February 7.

14 California Geological Survey (CGS). 2002. Seismic Hazard Zones, Oxnard  
15 Quadrangle. December 20.

16 \_\_\_\_\_. 2004. Ground Motions for User Selected Site, Probabilistic Seismic  
17 Hazards Mapping Ground Motion Page. Accessed April 8.

18 [www.consrv.ca.gov/cgs/rghm/pshamap/pshamap.asp?Longitude=-  
19 118.97&Latitude=34.164](http://www.consrv.ca.gov/cgs/rghm/pshamap/pshamap.asp?Longitude=-118.97&Latitude=34.164)

20 \_\_\_\_\_. 2005. About Tsunamis. Accessed September 9.

21 [http://www.consrv.ca.gov/cgs/geologic\\_hazards/Tsunami/About\\_Tsunamis.htm](http://www.consrv.ca.gov/cgs/geologic_hazards/Tsunami/About_Tsunamis.htm).

22 California Seismic Safety Commission (CSSC). 2005. The Tsunami Threat to  
23 California. Findings and Recommendations on Tsunami Hazards And Risks.

24 California State Lands Commission. 2004. Marine Oil Terminal Engineering  
25 Maintenance Standards (MOTEMS).

26 Cherrington Corp. 2006. Preliminary Construction Procedure and Design for  
27 Horizontally Bored Pipeline Landfall, BHP Document No.: WCLNG-BHP-DEO-TP-00-  
28 0001-0. February 16.

29 City of Oxnard. 1990. City of Oxnard 2020 General Plan. November. Includes  
30 Amendments through December 2000.

31 City of Oxnard, United States Geological Survey, Dames & Moore. 1980.  
32 Environmental Impact Report/Environmental Assessment, Union Oil Company, Platform

- 1 Gina and Platform Gilda Project, Lease OCS P-0202 and OCS P-0216, Offshore  
2 Ventura County, California. Volume II. May.
- 3 City of Santa Clarita. 1991. City of Santa Clarita General Plan, Safety Element. Santa  
4 Clarita, California.
- 5 Entrix, Inc. 2003. Environmental Analysis, Cabrillo Port Deepwater Port in the Vicinity  
6 of Ventura, California. August.
- 7 \_\_\_\_\_. 2004. Environmental Analysis, Onshore Component of BHP Billiton LNG  
8 International Inc. Cabrillo Port Project. May.
- 9 Fisher, Michael A. et al. 2005. Recent Deformation along the Offshore Malibu Coast,  
10 Dume, and Related Faults West of Point Dume, Southern California, Bull. Seism. Soc.  
11 Am. Vol. 95, No. 6, 2486-2500. December.
- 12 Foxall, William, Auguste Boissonnade, Lawrence Hutchings and Jean Savy. 1995.  
13 Technical Issues Relevant to Seismic Hazard of the Eastern Santa Barbara Channel,  
14 Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, California (Unclassified). April.
- 15 Foxall, William and Jean Savy. 1996. Probabilistic Seismic Hazard Analysis for  
16 Offshore Structures in the Santa Barbara Channel, Phase 2 Report, Lawrence  
17 Livermore National Laboratory, Livermore, California (Unclassified). December.
- 18 Fugro West, Inc. 2004a. Pipeline and Anchorage Area Survey, Cabrillo Deepwater  
19 Port, Offshore Ventura County, California. Report prepared for BHP Billiton LNG  
20 International Inc. March.
- 21 \_\_\_\_\_. 2004b. Preliminary Seismic and Geologic Hazards Evaluation, Proposed  
22 Cabrillo Port Offshore Ventura County, California. Report prepared for BHP Billiton  
23 LNG international Inc. June. (Appendix J2 of this report.)
- 24 \_\_\_\_\_. 2004c. Preliminary Seismic and Geologic Hazards Evaluation, Proposed  
25 Cabrillo Port Offshore Ventura County, California. Supplement No. 1, Supplemental  
26 Description and Evaluation of Turbidity Current Potential. August.
- 27 \_\_\_\_\_. 2005a. Preliminary Geotechnical Study Summarizing Subsurface  
28 Conditions at Southland Sod Farms, Cabrillo Port Pipeline Shoreline Crossing, Ventura  
29 County, California. Report prepared for BHP Billiton LNG International Inc. March.
- 30 \_\_\_\_\_. 2005b. Geotechnical Desktop Study, Cabrillo Port Pipeline Shoreline  
31 Crossing, Ventura County, California. Report prepared for BHP Billiton LNG  
32 International Inc. June (Revised) (Appendix J4 of this report.)
- 33 Hart, E.W. and W.A. Bryant. 1997. Fault-Rupture Hazard Zones in California. Special  
34 Publication 42. Sacramento, CA.

- 1 Honegger, D.G. 2004. Assessment of Potential Seismic Hazards to Cabrillo Port  
2 Facilities, Final Report. Report prepared for BHP Billiton LNG International Inc.  
3 November 5.
- 4 Intec Engineering. 2004a. Pipeline Spanning Analysis. October.
- 5 \_\_\_\_\_ . 2004b. Pipeline Stability Under Turbidity Flows. Report prepared for BHP  
6 Billiton LNG international Inc. November.
- 7 O'Rourke, T.D. and M.C. Palmer. 1996. Earthquake Performance of Gas Transmission  
8 Pipelines. Earthquake Spectra. Vol. 12, No. 3, pp. 493-527.
- 9 Real, et al. 1978. Earthquake Epicenter Map of California, showing events from 1900  
10 through 1974 equal to or greater than magnitude 4.0 or intensity V. California Division  
11 of Mines and Geology, Map Sheet 39.
- 12 Topozada, et al. 2000. Epicenters of and Areas Damaged by  $M \geq 5$  California  
13 Earthquakes, 1800-1999. California Division of Mines and Geology, Map Sheet 49.
- 14 United States Geological Survey. 2004. Comments on Potential Geologic and Seismic  
15 Hazards Affecting Coastal Ventura County, California. Open-File Report 2004-1286  
16 (Appendix J1 of this report.)
- 17 United States Geological Survey (USGS), Western Coastal and Marine Geology,  
18 Tsunamis and Earthquakes. Webpage updated February 14 2005, accessed on August  
19 3, 2005. <http://walrus.wr.usgs.gov/tsunami/srilanka05/measurements.html>.
- 20 William Lettis & Associates, Inc. 2005. Geologic and Geotechnical Evaluation of  
21 Proposed BHP and Line 225 Loop Pipeline Routes, Ventura and Los Angeles Counties,  
22 California. Report prepared for Southern California Gas Company. May. (Appendix J3  
23 of this report.)
- 24 Yerkes, R.F. 1985. Geologic and Seismologic Setting. In Ziony, J.I. (ed.). Evaluating  
25 Earthquake Hazards in the Los Angeles Region – An Earth-Science Perspective.  
26 (U.S.G.S. Professional Paper 1360.) p. 25-41.

***Este espacio esta dejado en blanco intencionalmente***